

**METODOLOGIA PARA LA ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE UN
MODELO DE SIMULACION DE ESCORRENTIA DIARIA EN PEQUEÑAS CUENCAS**

**por
Anne Marie Ketlynn Adrien**

**Tesis para Optar al Grado de Magister Scientiae en
Planificación de Recursos Hidráulicos**

**CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
INTEGRAL DE AGUAS Y TIERRAS
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
Mérida - Venezuela
1986**

C.C.Reconocimiento

Bdigital.ula.ve

*A la memoria de Papá Kiki cuya vida,
entregada a la formación académica
de jóvenes haitianos, fue un ejemplo
de dedicación y un verdadero sacerdodo
cio.*

C.C.Reconocimiento

AGRADECIMIENTO

Por haberme brindado apoyo para la realización de mis estudios de Postgrado y ami trabajo de tesis, quiero agradecer:

En primer lugar, a la Organización de los Estados Americanos, Institución que me concedió la beca para cursar este Postgrado.

Al Asesor principal de la tesis, Dr. Rafael Rojas, por aceptar mi colaboración en su trabajo de investigación.

A mis asesores, Profesor Roberto Duque y Dr. Roger Amisial, en especial a este último por su ayuda desinteresada y los acertados consejos a lo largo del postgrado y en la realización de la tesis.

A todo el personal docente, administrativo y de apoyo del Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT), que de una u otra forma, ha colaborado con el desarrollo del presente trabajo.

A la "Faculté des Sciences de l'Université d'Etat d'Haiti" por apoyar mi solicitud de beca y al "Ministère de l'Agriculture de la République d'Haiti" por concederme el tiempo necesario para realizar los estudios de maestría.

A mis padres que siempre supieron estar presentes en la ausencia.

A Emerly, mi amiga, por apoyar mi afán de superación y la Señora Ana Peñaloza de Torres por su dedicación en el trabajo de mecanografía de la tesis.

I N D I C E

	Pağ.
AGRADECIMIENTO.	v
LISTA DE TABLAS	xiii
LISTA DE FIGURAS.	xv
LISTA DE VARIABLES.	xvii
RESUMEN.	xxv
Capítulo	
I. INTRODUCCION.	1
Generalidades	1
Objetivos.	2
Metodología de trabajo.	2
Revisión de literatura	2
Escogencia y adaptación del modelo	3
Prueba de sensibilidad de parámetros	3
Escogencia de las cuencas y su calibración	3
Estimación de parámetros en ausencia de registro	4
Importancia	4
Presentación del trabajo.	4
II. REVISION DE BIBLIOGRAFIA.	7
Modelos de simulación hidrológica	8
Modelo USDAHL-74	8
Modelo SSARR.	9
Modelo STANFORD IV	10
Modelo de simulación HSPF.	11
Modelos de calibración automática	11
Modelo de Haan (1972).	12
Modelo desarrollado por Douglas James.	13
Trabajos de regionalización	13
III. SISTEMA HIDROLOGICO.	15
Sistema hidrológico general	15

INDICE (Continuación)

	Pág.
Procesos hidrológicos.	16
Procesos de almacenamiento.	16
Sistema hidrológico regional.	21
IV. CONCEPTOS HIDROLOGICOS DEL MODELO	25
Procesos relevantes del sistema físico modelado	25
Precipitación	25
Pérdidas iniciales	26
Escorrentía directa.	26
Infiltración.	26
Infiltración potencial.	26
Infiltración real	26
Evapotranspiración.	27
Almacenamiento de humedad del suelo.	27
Flujo subsuperficial.	27
Flujo subsuperficial saturado.	27
Flujo subsuperficial no saturado.	27
Percolación.	27
Almacenamiento del agua subterránea.	28
Flujo subterráneo.	28
Escorrentía total simulada	28
V. EL MODELO CONCEPTUAL.	29
Consecuencia de la escala de tiempo	29
Desarrollo del modelo	29
Estructura del modelo	30
VI. SIGNIFICADO DE LOS PARAMETROS EN LA FORMULACION MATEMATICA DE LOS PROCESOS.	33
Precipitación	33
Evapotranspiración.	34
Escorrentía directa	35
Infiltración real	37
Almacenamiento de humedad de suelo.	37
Flujo subsuperficial y percolación.	38
Almacenamiento del agua subterránea	40
Flujo subterráneo	40
Escorrentía total	41

INDICE (Continuación)

	Pág.
VII. POSIBLES USOS DEL MODELO DE SIMULACION.	43
Simulación.	44
Estimación del almacenamiento inicial de humedad del suelo .	44
Estimación del almacenamiento inicial del agua subterránea .	45
Estimación de RM, WP y SI en base a factores fisiográficos .	46
Delimitación de la cuenca	46
Zonificación del área según el suelo.	47
Relación suelo-nivel de humedad	47
Zonificación en función de la cobertura vegetal	50
Relación suelo-cobertura, infiltración potencial.	50
Relación precipitación-escorrentía, infiltración potencial	52
Calibración.	56
Estimación del parámetro de flujo subterráneo aprovechable .	57
Rango de variación de los parámetros	57
Rango de variación de los parámetros FI, FL, FD, FB, FSE.	57
Rango de variación del parámetro NX	58
Rango de variación de los parámetros FP y FE.	58
Calibración manual y calibración automática.	58
Análisis de sensibilidad.	60
VIII. PROGRAMAS ELABORADOS.	61
Generalidades.	61
Programa de calibración manual.	62
Componentes	62
Subrutina CALCUL.	62
Subrutina SICADI.	63
Subrutina GRAFI	63
Subrutina PLOTEO.	64
Entradas al Programa KEROJ.	64
Salidas.	66
Opciones.	67
Programa para calibración automática.	68
Componentes.	68
Subrutina DATOS	68

INDICE (Continuación)

	Pág.
Subrutina CALCUL.	69
Función CC(X)	69
Subrutina COEFL	69
Subrutina PLOTEO.	70
Entradas al Programa KEROJ.	70
Salidas.	72
Opciones.	72
IX. INSTRUCCIONES PARA EL USO DE LOS PROGRAMAS.	75
Preparación de los datos de entrada	75
Selección de los registros comunes	75
Procesamiento de la información conseguida	75
Estimación de la evaporación en ausencia de datos medidos. .	78
Datos de entrada; su formato y unidades.	80
Elección de las diferentes opciones.	88
Prueba de sensibilidad.	89
Sensibilidad del modelo al parámetro RM.	89
Sensibilidad del modelo al parámetro SI.	91
Sensibilidad del modelo al parámetro FI.	91
Sensibilidad del modelo al parámetro FL.	91
Sensibilidad del modelo al parámetro FE.	95
Sensibilidad del modelo al parámetro NX.	95
Sensibilidad del modelo al parámetro FD.	98
Sensibilidad del modelo al parámetro FB.	98
Sensibilidad del modelo al parámetro FSE	98
X. REGIONALIZACION DE PARAMETROS.	103
Generación en subcuencas.	103
Generación en cuencas sin datos.	104
Estimación de los parámetros	104
Características fisiográficas a estimar	104
Calibración del modelo.	111
Correlación, factores fisiográficos-parámetros.	111
Verificación y validez de la estructura de regionalización .	114
XI. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	117
Resultados.	117
Resultados parciales	117

INDICE (Continuación)

	Pág.
Resultado final.	118
Conclusiones.	119
Sobre los resultados	119
De la implementación del modelo	119
De la aplicación del modelo de Rojas.	119
De la estimación de valores iniciales de los parámetros	120
De la información conseguida y de las hipótesis en su procesamiento.	121
De las limitaciones del modelo.	121
Del estudio de regionalización de parámetros.	122
Recomendaciones	122
Para asegurar la representatividad de los datos.	122
Para mejorar el modelo de simulación	123
Para mejorar la calibración.	123
Para mejorar el algoritmo de optimización de parámetros.	123
De la secuencia de cambio de los parámetros.	123
De la función objetivo.	124
Para completar el estudio de regionalización	125
BIBLIOGRAFIA	127
APÉNDICES	131

LISTA DE TABLAS,

Tabla		Pág.
1	Resumen de los valores de las propiedades físicas del suelo, según su textura. (Sacado de Israelsen y Hansen, 1965).	48
2	Clases de permeabilidad y rango de infiltración	49
3	Clasificación hidrológica de los suelos. Referencia:(Soil Conservation Service).	51
4	Valores del número de curva para los complejos suelo-cobertura. (Según el Soil Conservation Service). Rojas (1979).	53
5	Definición de la condición de humedad antecedente, CHA. (Soil Conservation Service)	53
6	Número de curva para casos de condición de humedad antecedente I y III. (Soil Conservation Service). (Tomado de Rojas, 1979).	54
7	Datos de entrada para la calibración manual	82
8	Instructivo de organización de tarjetas para el programa de calibración manual	83
9	Datos de entrada para la calibración automática.	85
10	Instructivo de organización de tarjetas para el programa de calibración automática.	86
11	Parámetros típicos de la textura del suelo. (Tomado de Rojas, 1984b).	107
12	Vegetación: Orden según su influencia sobre infiltración. (Basado en el estudio del CN del SCS).	108
13	Cálculo del orden promedio para las cuencas analizadas.	108
14	Valores de los factores fisiográficos de las cuencas.	109
15	Interrelación esperada. Factores fisiográficos-Parámetros	110
16	Valores estimados de RM, WP, OH, OA, S1 y SCI en base a factores fisiográficos.	110
17	Valores de los parámetros estimados por calibración	112
18	Resumen de los valores de factores fisiográficos y parámetros de las cuencas.	113
19	Resultados del estudio de regionalización de parámetros	115

LISTA DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Sistema hidrológico general. (Sacado de Amisial, 1982). . .	17
2	Representación esquemática del ciclo hidrológico.	18
3	Sistema hidrológico regional. (Sacado de Amisial, 1982) . .	22
4	Cuenca del río Bumbun, un sistema hidrológico regional. . .	24
5	Conceptualización del sistema hidrológico regional en el <u>mo</u> delo de simulación de Rojas.	31
6	Gráfico para la determinación del número de curva entrando con P y Qe. (Tomado de Rojas, 1979)	55
7	Flujograma de bloques del programa elaborado para la cali - bración manual.	65
8	Flujograma de bloques del programa elaborado para la cali - bración automática.	71
9	Variaciones con RM de la lámina total simulada, de la máxi - ma lámina simulada y la lámina mínima simulada.	90
10	Variaciones con SI de la lámina total simulada, de la máxi - ma lámina simulada y de la lámina mínima simulada	92
11	Variaciones con FI de la lámina total simulada, de la máxi - ma lámina simulada y de la lámina mínima simulada	93
12	Variaciones con FL de la lámina total simulada, de la máxi - ma lámina simulada y de la lámina mínima simulada	94
13	Variaciones con FE de la lámina total simulada, de la máxi - ma lámina simulada y de la lámina mínima simulada	96
14	Variaciones con NX de la lámina total simulada, de la máxi - ma lámina simulada y de la lámina mínima simulada	97
15	Variaciones con FD de la lámina total simulada, de la máxi - ma lámina simulada y de la lámina mínima simulada	99
16	Variaciones con FB de la lámina total simulada, de la máxi - ma lámina simulada y de la lámina mínima simulada	100
17	Variaciones con FSE de la lámina total simulada, de la máxi - ma lámina simulada y de la lámina mínima simulada	101

LISTA DE VARIABLES

Variable	Definición
AMES()	Arreglo de los nombres de los meses. Tiene 12 valores.
ANOI	Año con el cual comienza el período de interés para la calibración
ANOF	Año final del período considerado.
AVQ	Caudal promedio.
BAL	Balance hídrico, Rojas lo calcula como la suma de las variaciones de los almacenamientos de humedad de suelo y agua subterránea y de los diferentes flujos que salen de dichos almacenamientos. Tiene que ser igual a las entradas al sistema, en este caso la lluvia media acumulada en el período en estudio.
CC	En la calibración automática, define el valor de la función objetivo. Sirve para pasar el valor que toma la variable SUM del subprograma FUNCION CC(X) al algoritmo de optimización.
CC()	En la versión diseñada para calibración manual, es el vector que contiene los valores del coeficiente de calibración.
CC1	1o. En la versión con calibración manual, es una variable auxiliar en la que se guarda el valor del coeficiente de calibración hasta que se compruebe que su valor es menor al último coeficiente conseguido, en tal caso se traspasa su valor a CC(N). 2o. En la calibración automática, es el coeficiente de calibración que se calcula cuando ya se paró la optimización de los parámetros es decir que sólo se calcula con el último juego de parámetros.
D()	Vector que contiene los valores iniciales del intervalo (del algoritmo de optimización).
DAS	Variación del almacenamiento de agua subterránea, es la diferencia entre los valores inicial y final de dicho almacenamiento.
DHS	Variación del almacenamiento de humedad de suelo en todo el período considerado.
DIAI	Día en el cual empieza el período para el cual se va a simular la es <u>correntía</u> diaria.
DIAF	Día final del período que abarca el registro común de los datos hidro <u>lógicos</u> .
DIF	Cuadrado de la diferencia entre el valor estimado y el observado de la es <u>correntía</u> en un mismo día.

LISTA DE VARIABLES (Continuación)

Variable	Definición
EMAX	Máximo valor de la escurrentía sea estimada u observada.
EMIN	Valor mínimo de la escurrentía.
ESCALA	En la subrutina que permite el ploteo de los valores observados y estimados de la lámina escurrida, esta variable define la escala del ploteo en función del máximo valor del caudal diario.
ET()	Arreglo que contiene los valores de la evapotranspiración real.
ETA	Valor acumulado de la evapotranspiración real.
ETP	Valor diario de la evapotranspiración potencial; máxima lámina de agua que puede ser evapotranspirada desde el almacenamiento de humedad de suelo. Ocurre siempre y cuando la humedad del suelo es superior o igual a la retención máxima.
EVD()	Arreglo de los valores correspondientes a la evapotranspiración de tina,
FB	Parámetro del flujo subterráneo, define cual es la porción del almacenamiento subterráneo que sale como flujo aprovechable.
FBM	Valor mínimo del flujo base calculado.
FD	Parámetro de percolación, fracción del almacenamiento de humedad de suelo que fluye por gravedad hacia el almacenamiento de agua subterránea.
FE	Parámetro del modelo, corrige la evapotranspiración potencial.
FG	Valor estimado de la función objetivo correspondiente a XG() en el algoritmo de Hooke-Jeeves.
FI	Parámetro que controla el flujo subsuperficial no saturado. Es la fracción del almacenamiento de humedad de suelo que sale hacia el cauce.
FL	Parámetro que rige la relación entre los valores de la infiltración potencial correspondiente a días seguidos y la variación de humedad del suelo.
F0	Función objetivo estimada para el vector X0() en la calibración automática.
FP	Factor de lluvia, convierte la lluvia puntual en promedio espacial sobre la cuenca. Rojas lo considera como un semi-prámetro y entonces

LISTA DE VARIABLES (Continuación)

Variable	Definición
	lo calibra, pero sin dejar que pueda tomar cualquier valor como los demás parámetros.
FSE	Parámetro del flujo subterráneo efluente, es la porción del almacenamiento subterráneo que sale del sistema en estudio.
FX	Función objetivo estimada para el vector X() en el algoritmo de optimización.
HF	Valor de la lámina infiltrada, en el modelo se denomina infiltración real. Depende de la infiltración potencial y de la condición de humedad antecedente.
HS()	Arreglo de los valores diarios de la humedad del modelo.
IA	Es un límite conocido como Pérdidas Iniciales lo cual constituye una referencia a partir de la cual el agua procedente de la lluvia no se infiltra toda. La parte que queda empieza a desplazarse sobre la superficie del suelo, originándose la escorrentía directa.
IAB	Índice de abandono cuando se hace un movimiento exploratorio alrededor de un punto. Si no mejora la función objetivo estimada en un punto conseguido por un movimiento patrón, se abandona este punto a favor del antiguo punto. Entonces se hace la exploración alrededor del antiguo punto.
ICCD	Índice de corrección del caudal directo. Es una opción del modelo.
IM	Contador de los meses del año; es igual a 1 para Enero, 2 para Febrero, etc...
INCOP	Índice de corrección de los valores de precipitación diaria y de evaporación de tina diaria.
INSIC	Índice de lectura de los valores diarios de la precipitación, evaporación y escorrentía. Sólo se leen cuando INSIC es igual a 0, es decir cuando se entra por primera vez a la subrutina SICADI, igual a IPAR(I), variable auxiliar utilizado como subíndice.
IPAR(I)	Número de orden fijo del parámetro leído como el I-avo parámetro en el archivo de entrada estructurado para la calibración automática.
ISO	Índice que decide de la reducción a la mitad del valor de D(I) según sea igual a 0 ó 1. Constituye una modificación al algoritmo original de Hooke-Jeeves en cuanto permite que se reduzca solamente el valor correspondiente al intervalo de aquel parámetro cuya variación no mejoró la función objetivo.

LISTA DE VARIABLES (Continuación)

Variable	Definición
IUNIT	Indica la unidad en la cual se expresan los valores del caudal medio diario.
JA	Contador de años; JA = 1 para el año en el que se inician los cálculos
MBF	Valor mínimo del flujo base observado.
MESI	Mes inicial del registro común de datos hidrológicos.
MESF	Mes final del registro común de datos.
MQA	Valor acumulado de la esorrentía medida para el período en estudio.
MQD()	Arreglo de valores del caudal medio diario en el punto de flujo.
N	Número de parámetros que se van a optimizar, se da como dato en la calibración automática.
NA	Índice del año en el cual se hacen los cálculos; son los dos últimos dígitos del año considerado.
NANO	Número total de años del registro común.
NDA ()	Arreglo de los valores correspondientes al número de días del año JA.
NDM ()	Arreglo de los valores del número de días del mes IM.
NDTOT	Número total de días del registro común.
NEF	Número de evaluaciones de la función objetivo o número de veces que se entra al subprograma función que, en realidad, es el modelo de <u>si</u> mulación.
NMES	Número total de meses del registro común.
NX	Parámetro del modelo. Exponente de la ecuación de evapotranspiración real. Determina la influencia de la humedad de suelo sobre la <u>varia</u> ción de la evapotranspiración.
OA	Valor inicial del almacenamiento del agua subterránea. Es un paráme - tro de la versión original de calibración manual. Actualmente se esti ma en función de FS y de la esorrentía medida en el día inicial del período común.
OH	Valor inicial del almacenamiento de humedad del suelo. Es un paráme - tro de la versión original de calibración manual. En la actualidad es un dato.

LISTA DE VARIABLES (Continuación)

Variable	Definición
PAC	Valor acumulado de la precipitación media diaria sobre la cuenca para todo el período considerado.
PAR(IP)	Vector que define la correspondencia entre los vectores X() del algoritmo de optimización y los parámetros del modelo.
PD()	Arreglo de precipitación diaria medida en la estación de pluviometría
PKQR	Caudal pico estimado.
PM	Representa la lluvia promedio sobre toda la cuenca para un día.
PP()	Arreglo que contiene los valores de la percolación.
PPA	Valor acumulado de la percolación para todo el período considerado
PQN()	Vector de los valores de la tolerancia sobre la reducción del intervalo para cada parámetro. Cuando todos los D(I) son menores o iguales a los correspondientes valores de PQN(I), es cuando se para la búsqueda.
QD()	Arreglo de los valores de la escorrentía directa diaria estimada.
QDA	Valor acumulado de la escorrentía directa para el período considerado.
QI()	Arreglo de los valores del flujo subsuperficial no saturado.
QIA	Valor acumulado del flujo subsuperficial no saturado para el período considerado.
QPK	Caudal pico medido.
QS()	Arreglo de los valores del flujo subterráneo aprovechables o flujo base.
QSA	Valor acumulado del flujo subterráneo aprovechable.
QSTE()	Arreglo que contiene los valores del flujo subterráneo efluente.
QSTE A	Valor acumulado del flujo subterráneo efluente para todo el período considerado.
QX	Flujo subsuperficial saturado diario.
RM	Retención máxima o capacidad de campo; es el valor máximo de la humedad del suelo después de haberse drenado libremente (por gravedad). Es un parámetro del modelo.

LISTA DE VARIABLES (Continuación)

Variable	Definición
RQD()	Arreglo que contiene los valores de la escorrentía diaria simulada.
S1	Límite superior del rango de valores que puede tomar la infiltración potencial. Ocurre cuando la humedad del suelo es igual al punto de marchitez permanente. Es un parámetro del modelo.
S3	Límite inferior del rango de variación de la infiltración potencial. Ocurre cuando la humedad del suelo llega a la capacidad de campo. Según el método del SCS, su valor depende del valor de S1.
SA()	Arreglo de los valores del almacenamiento subterráneo.
SC	Infiltración potencial calculada es el valor máximo de la lámina infiltrable. Es función de la humedad antecedente del suelo y, como <u>re</u> pone el almacenamiento de humedad de suelo, a un valor mayor de esta última corresponde una menor infiltración potencial.
SCI	Valor inicial de la infiltración potencial, corresponde a SC en el día anterior a DIA1.
SE	Error estandar
ST	Es la humedad de saturación que alcanza el suelo, bien sea por impedimento de drenaje o como consecuencia de un nivel freático alto. No existe espacio poroso en el suelo en este caso. Es un dato fijo estimado en base a la textura del suelo de la cuenca.
T()	Vector que contiene temporalmente los valores del vector X() con los cuales se está haciendo el movimiento exploratorio y probando si se logra una mejoría de la función objetivo.
TQA	Valor acumulado de la escorrentía simulada.
VAHS	Variación diaria del almacenamiento de la humedad de suelo.
WP	Es un nivel de humedad de suelo; corresponde al punto de marchitez permanente, límite inferior de los valores de la humedad de suelo según el modelo de Rojas. Es parámetro de la versión original. Actualmente se calcula en función de la textura del suelo de la cuenca.
X()	Vector que contiene los valores del óptimo corriente.
XE	Define el valor de la evapotranspiración real, es función de la oportunidad de evapotranspiración o agua útil, lámina disponible para ser evapotranspirada.

LISTA DE VARIABLES (Continuación)

Variable	Definición
XG()	En este vector se guardan en un primer tiempo los valores de los parámetros leídos del archivo de entrada. Estos valores se pasan después al vector X0() y, el vector XG() sirve para guardar los valores correspondientes a un punto de donde se hace el movimiento patrón.
XI()	Vector que contiene los valores del límite inferior del rango de variación de cada parámetro, datos de entrada para la calibración automática.
X0()	Vector que contiene los valores de los parámetros que determinan un punto alrededor del cual se va a hacer el movimiento explorativo.
XS()	Vector que contiene los valores del límite superior del rango de variación de cada parámetro, es un dato para la calibración automática.

Bdigital.ula.ve

RESUMEN

 La planificación de los recursos hidráulicos requiere la disponibilidad de información referente a su cantidad en determinado tiempo y lugar. Muy a menudo, los organismos responsables de recabar esta información se preocupan por instalar estaciones de medición en las cuencas de grandes extensiones o en las zonas de interés para el desarrollo nacional o regional. Las cuencas de poca extensión y las zonas rurales no suelen tener registros de datos medidos de caudal, de ahí la preocupación de los responsables de la planificación cuando se piensa integrar dichas zonas al proceso de desarrollo regional. La muy reciente iniciativa de usar las pequeñas plantas hidroeléctricas por ejemplo, hace necesario el disponer de la información de caudal diario, información indispensable para la evaluación del potencial energético del río.

Como aporte a la planificación de los recursos hidráulicos en cuencas sin estación fluviométrica, el presente trabajo propone una metodología para la estimación del caudal medio diario de un río dadas las características fisiográficas de su cuenca hidrográfica. En una primera etapa, propone una manera de llegar a expresiones empíricas, ligando los parámetros de calibración de un modelo de simulación de escorrentía diaria con los factores fisiográficos de las cuencas analizadas. En una etapa complementaria, se usan las expresiones obtenidas para estimar los parámetros del modelo para una cuenca de la cual no se tiene registro de caudal medido, lo cual permite simular la escorrentía diaria para dicha cuenca, generando así una información muy valiosa a nivel de planificación y/o prediseño de obras.

A efecto de ilustrar la metodología propuesta, se usaron 9 cuencas de la región sub-andina y de los llanos occidentales de Venezuela. Se llegó a la conclusión de que se puede hallar una correlación aceptable entre los parámetros del modelo y las características fisiográficas de las cuencas. Las ecuaciones obtenidas por regresión lineal múltiple se usaron, con otra cuenca, para chequear la validez de la estructura de regionalización. El resultado de la simulación con los parámetros estimados se considera aceptable por lo que

no difiere en mayor grado del hidrograma obtenido por calibración automática de los parámetros del modelo para esta misma cuenca.

Sin embargo, a pesar de que el estudio demostró que el modelo escogido puede ser usado en los casos de ausencia de datos medidos de caudal ya que sus parámetros pueden ser estimados en base a las características fisiográficas de la cuenca, hay que hacer resaltar ciertas restricciones en cuanto a su uso. En efecto, el modelo no puede utilizarse para la simulación del caudal diario en cuencas de superficie mayor de 500 km² y la regionalización no es válida para las cuencas cuyas características fisiográficas presentan valores fuera de los rangos contemplados en las cuencas analizadas. Además, se recomienda reforzar la estructura de regionalización considerando mayor número de cuencas en la correlación con el fin de cubrir toda la gama de valores que pueden tomar los factores fisiográficos.

Bdigital.ula.ve

CAPITULO I

INTRODUCCION

Generalidades

Muy a menudo, los organismos responsables de la planificación de los recursos hidráulicos, en su esfuerzo por conciliar la satisfacción de las demandas y la utilización adecuada de las disponibilidades de agua en determinado tiempo y lugar, se enfrentan al desconocimiento de los recursos aprovechables.

Hasta hace poco, esta inquietud de los responsables de la planificación no abarcaba las cuencas de poca extensión por considerarse "no rentable".

Ultimamente, la explosión demográfica, el aumento incontrolable del costo de la vida y, de alguna forma, la cocientización de las masas rurales han obligado a los planificadores a integrar dichas comunidades al proceso de desarrollo regional y nacional. Como consecuencia, se ha planteado el problema del uso de tales cuencas para el abastecimiento en agua para uso urbano, así como para la producción de la energía eléctrica necesaria al alumbrado de pequeños poblados y a la instalación de pequeñas industrias, logrando así, incorporar dichas regiones al proceso de desarrollo y procurar el descongestionamiento de las grandes ciudades.

Lo reciente de la iniciativa del uso de las pequeñas plantas hidroeléctricas conlleva a la necesidad de disponer de la información indispensable para evaluar el potencial energético de un río y poder así planificar su contribución al desarrollo de la región. Esta planificación de los recursos hídricos, en estas zonas ayer abandonadas, es difícil de lograr puesto que está dificultada por la escasez y muy a menudo por la carencia de registros observados. Dicha escasez puede deberse a razones variadas como:

- Registros cortos existentes en el sitio de interés.

- Registros existentes aguas abajo del punto de interés.
- Registros observados en cuencas vecinas.

La carencia es, en todo caso, la ausencia total de registros observados. En un sin número de casos que se presentan en la planificación de los recursos hidráulicos, la información de caudales diarios es de lo más importante; sin embargo, los pocos trabajos realizados para generar información en cuenca sin datos, lo han sido generalmente para simulación de eventos, y generación de caudales mensuales. Es hasta un poco paradójico ya que la información diaria es una de las más comunes tanto para los datos climáticos como para los hidrométricos.

Siendo indispensable la estimación de las disponibilidades de agua para la planificación adecuada de su uso, varios métodos han sido desarrollados y utilizados en la estimación de la esorrentía en cuencas sin registro observado. Sin embargo, hasta la fecha, no se conocen métodos que sean de aplicación generalizada para la estimación de esorrentía diaria; de ahí el interés en desarrollar una metodología adecuada.

Objetivos

En el presente estudio se propone desarrollar una metodología para estimar los parámetros de un modelo de simulación de esorrentía diaria lo que permitiría lograr el objetivo final que es un procedimiento de generación de caudales diarios lo suficientemente sencillo para ser usado en las oficinas regionales de planificación.

Metodología de trabajo

Revisión de literatura

Antes que todo se hará una recopilación de los diferentes trabajos que de una forma u otra, intentaron producir la información de caudal disponible,

necesaria en las cuencas sin registros observados. Existen dos grandes corrientes en cuanto al cómo generar esta información: los modelos de simulación hidrológica, paramétricos y estocásticos, y los procedimientos empíricos que tratan de relacionar directamente el volumen escurrido con algunos datos fisiográficos de la cuenca.

Escogencia y adaptación del modelo

Una forma de llevar a cabo lo que se propone el presente trabajo es tratar de combinar los logros de las dos corrientes arriba mencionadas. Se escogerá pues un modelo de simulación paramétrica cuyos parámetros se tratarán de estimar mediante expresiones empíricas, relacionándolos con características fisiográficas de las cuencas en estudio. Logrado esto, no habría más que correr dicho modelo con valores precalculados de los parámetros y, obtener así, la escorrentía correspondiente a la lluvia registrada y a la evaporación medida en la cuenca.

La revisión de literatura permitirá hallar el modelo que más se preste a tal metodología. Deberá ser un modelo de formulación matemática relativamente sencilla y de precisión diaria.

Prueba de sensibilidad de parámetros

El análisis de sensibilidad es un paso importante que permitirá saber qué tanto afecta la respuesta del modelo, cada uno de los parámetros de la formulación matemática. Una vez que se conoce la influencia de las variaciones de un parámetro sobre la salida será más fácil utilizar el modelo y, por consiguiente, calibrarlo con diferentes cuencas.

Escogencia de las cuencas y su calibración

Según Rojas (1984a), el modelo da resultados confiables si es utilizado para simulación de caudales diarios en cuencas de poca extensión, aceptando por tal las cuencas cuya superficie no sobrepasa los cuatrocientos kilómetros cuadrados.

Sin embargo, para el propósito de este trabajo, podrán incluirse ciertas cuencas cuya superficie sea mayor que la mencionada pero que se sepa no tiene mayor problema en cuanto a la confiabilidad de los datos de precipitación, evaporación y caudal, mientras que se evitarán las cuencas que cumplen con el requisito de la poca extensión pero que tienen problemas en cuanto a la confiabilidad de los registros de precipitación, evaporación y caudal del período común escogido para la calibración.

Estimación de parámetros en ausencia de registro

Luego de haber calibrado el modelo con gran número de cuencas con datos, se procederá al análisis de los valores obtenidos para los parámetros y coeficientes del modelo a fin de desarrollar un procedimiento de estimación de sus parámetros y coeficientes a partir de valores de características fisiográficas de las cuencas utilizadas.

Importancia

Aunque trabajando con intervalo mínimo del orden de minutos y horas, la mayor parte de los modelos de simulación paramétrica existentes dan resultados confiables a nivel mensual y en cuanto a volúmenes de escorrentía anual, para su aplicación, se necesitan computadoras con gran capacidad de memoria y relativamente largo tiempo de computación.

;

El modelo a ser usado deberá ser de simulación paramétrica, de formulación matemática sencilla, tener la ventaja de poder aplicarse a casos que requieren detalle y, no necesitar muy largo tiempo de computación.

Presentación del trabajo

Para conocer las soluciones tradicionales al problema de ausencia de registro de caudales, y para estar al tanto de los adelantos en el campo de generación de datos, se revisaron modelos de simulación de escorrentía diaria

y otros cuya estructura permite su utilización en un estudio de regionalización de parámetros. En el Capítulo II, se presentan brevemente aquellos modelos revisados así como algunos trabajos realizados anteriormente con el propósito de estimar las escurrimientos en cuencas sin datos observados.

En el Capítulo III, se encuentran identificados los procesos que constituyen el ciclo hidrológico. Ese capítulo define además la noción de sistema hidrológico regional ya que los modelos de simulación se aplican a zonas con límites bien definidos y no al sistema hidrológico general.

La importancia de los procesos hidrológicos está muy relacionada con el sistema a modelar pero depende aún más de las características del modelo a utilizarse en lo que se refiere a su estructura y a la escala de tiempo adoptada. El Capítulo IV presenta los procesos relevantes para el modelo de Rojas, escogido para el estudio. Allí se pone énfasis en el fundamento conceptual del modelo y se describen las formulaciones matemáticas de los procesos hidrológicos haciendo resaltar la intervención de los parámetros del modelo en dicha descripción así como la relación cualitativa que existe entre los parámetros y las características fisiográficas de la cuenca hidrográfica de un río.

Mayor detalle del modelo se encuentra en los Capítulos V y VI.

Las posibles aplicaciones del modelo de simulación y la metodología para estimar los valores iniciales de los parámetros y definir su rango de variación se exponen en el Capítulo VII. Las adaptaciones aportadas al modelo original de Rojas (1984a) así como las instrucciones para el uso de los programas elaborados se presentan en los Capítulos VIII y IX.

La técnica de regionalización presentada en el trabajo se desarrolla en el Capítulo X mientras que en el Capítulo XI se comentan los resultados parciales y finales del estudio, si incluyen algunas conclusiones a cerca de dichos resultados y por último, se hacen recomendaciones sobre posteriores investigaciones que permitan mejorar los resultados obtenidos.

CAPITULO II

REVISION BIBLIOGRAFICA

"La Ingeniería Hidrológica incluye aquellas partes del campo que atañen al diseño y operación de proyectos de ingeniería para el control y uso del agua" (Linsley, Kohler y Paulhus, 1977).

Siempre que se propone aprovechar el recurso agua es esencial disponer de datos básicos acerca de su disponibilidad. Las características de los fenómenos naturales relacionados con los procesos hidrológicos son tan complejas que resulta muy difícil determinar, mediante un razonamiento deductivo riguroso, el resultado hidrológico esperado. En lugar de una ley básica, es necesario partir de un conjunto de hechos observados, los cuales se analizan con el objeto de formular las normas sistemáticas que gobiernan tales hechos. Muy a menudo, se requiere una información de valores promedios de una variable hidrológica, otras veces, se necesita estimar extremos que no se observan en un registro corto de datos medidos. Así, el hidrólogo se encuentra en una difícil posición cuando no cuenta con los datos históricos adecuados a la zona de interés para un estudio.

Aprovechando la alta velocidad de las computadoras electrónicas, varios investigadores buscaron la forma de remediar el problema desarrollando modelos matemáticos, mediante las técnicas de simulación de sistemas aplicables a los procesos hidrológicos.

La simulación de flujos produce una información similar a la obtenida en una estación de medición, por lo que se le considera como un método para obtener datos de flujo necesarios en un análisis probabilístico que permita estimar los parámetros de diseño de obras hidráulicas o, simplemente, estimar el caudal seguro de un río, por ejemplo.

En general, la mayoría de los modelos desarrollados hasta la fecha

tienen dos tipos de parámetros: unos de tipo físico, y otros cuya estimación no es posible sino por calibración del modelo. Esto hace necesario disponer de datos observados de la variable de salida del modelo de simulación a utilizarse por lo que no es posible producir la información requerida en cuencas sin estaciones de medición. Sin embargo, los modelos continuos de simulación hidrológica son promisorios en lo que refiere a su utilidad en caso de falta de datos, en el sentido de que pueden constituir una herramienta para la regionalización de los parámetros.

En el marco del presente trabajo, se revisaron modelos de simulación de escorrentía diaria y otros cuya estructura permite su utilización en un estudio de regionalización. En la segunda fase de la revisión bibliográfica, se consultaron los estudios realizados anteriormente con el propósito de estimar la escorrentía en cuencas sin datos observados.

Modelos de Simulación Hidrológica

Modelo USDAHL-74

Este modelo desarrollado por el servicio de Investigaciones Agrícolas del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (Holtan Stitner, Henson y López, 1975) es una versión modificada del USDA HL-70 (Holtan y López, 1971; citado por Fisher et al 1979).

Uno de los más importantes conceptos del USDA HL-74 es la zonificación de la cuenca en estudio, es decir, la partición del área total en áreas homogéneas hidrológicamente. Existe dentro de cada zona una distribución uniforme de los factores que afectan la respuesta hidrológica de la cuenca. La zonificación puede hacerse tomando en cuenta cualquier característica fisiográfica de interés en la cuenca; sin embargo, muy a menudo se considera el tipo de suelo, la topografía o el uso de la tierra.

Las zonas se numeran respetando la secuencia de transferencia del agua

de una zona elevada a una de menos altitud.

Los datos de entrada incluyen unos parámetros que describen la cuenca: las zonas definidas, los suelos, el tránsito y la secuencia de transferencia del agua de una zona a otra.

Aunque se requiere gran cantidad de parámetros de entrada al modelo, es relativamente fácil derivar la información en base a los datos existentes. Además de los parámetros fisiográficos de la cuenca, son necesarios los datos climatológicos incluyendo la precipitación, la temperatura del aire y la evaporación de tina.

Según su capacidad de uso, los suelos son agrupados en clases para formar las zonas de respuestas que son consideradas en el cálculo de la infiltración, evapotranspiración y flujo subterráneo. Así mismo, el modelo considera el perfil del suelo en horizontes llamados niveles.

La estimación de la evapotranspiración potencial se hace mediante la aplicación de coeficientes a los datos de evaporación de tina, siendo esta técnica una combinación de las propuestas por Jensen (1966), Pruitt (1966) y Mustonen y Mc Guinness (1968).

Revisar el modelo USDA HL-74 resultó ser de gran importancia en cuanto permitió tener ideas de una posible metodología para la estimación de los datos de entrada.

Modelo SSARR

Este modelo fue desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América. La primera versión fue realizada por Rockwood, 1958, citado por ASAE (1982) y tenía como propósito específico el tránsito de caudales. Anderson, 1967, citado por ASAE (1982) presentó la tercera versión cuya finalidad era el análisis de la regulación de embalses y el pronóstico de caudales para cuencas relativamente grandes.

El "Streamflow Synthesis and Reservoir Regulation" water-shed model o SSARR es un modelo completo, general y continuo. Tiene una aplicación restringida principalmente por la necesidad de disponer de datos de escurrimiento para el ajuste de los parámetros y la verificación del modelo.

Una de las mayores limitaciones del SSARR es que su aplicación a un nuevo sistema hidrológico está comprometida por la carencia de información y/o métodos que relacionen los parámetros con características medibles de la cuenca.

Modelo STANFORD IV

Las investigaciones que condujeron al desarrollo por Crawford y Linsley (1966) del STANFORD IV se iniciaron en 1959. El objeto era entonces desarrollar un modelo general de análisis para regímenes hidrológicos. El modelo tiene un total de 34 parámetros de los cuales 15 son del modelo para escurrimiento de precipitación. Cuatro de estos últimos no pueden ser medidos, tienen que ser evaluados por calibración, son: la tasa promedio de infiltración, la función de flujo subsuperficial, la capacidad nominal de la zona superior y el índice de almacenamiento de la zona superior.

El STANFORD IV simula el escurrimiento en las vertientes y el flujo subsuperficial, considerando los llamados almacenamientos de zona alta, de zona baja y de agua subterránea, pero, no simula de manera explícita la humedad del suelo disponible para ser utilizada por la vegetación.

Es prácticamente imposible adaptar el modelo STANFORD IV para los fines de este trabajo ya que la cantidad de parámetros y el muy poco sentido físico de algunos de ellos hace difícil su correlación con los factores fisiográficos de la cuenca.

Modelo de simulación HSPF

Representa una extensión de la serie Stanford. La Hydrocomp (1969) reporta que es un modelo matemático que fue diseñado para usarse en computadoras digitales para simulación hidrológica y procesos de calidad de agua en sistemas naturales y/o intervenidos por el hombre.

El modelo HSPF es una extensión y perfeccionamiento de modelos previamente desarrollados: The Agriculture Runoff Model o ARM (Crawford and Donigan, 1973), The Nonpoint Pollutant loading model o NPS (Donigian and Crawford, 1976), The Hidrologic Simulation Program o HSP, citados por Hydrocomp (1977).

Es probablemente el modelo más complejo y más flexible de todos los disponibles actualmente, tanto para simulación hidrológica como para calidad de agua de una cuenca. Además de las opciones de simulación de cantidad y calidad de agua, se puede aplicar en sedimentación y erosión.

Siendo el submodelo de simulación de escorrentía de precipitación el mismo del Stanford IV, se presentan problemas idénticos a los expuestos en consideraciones anteriores.

Modelos de Calibración Automática

Los modelos con calibración automática constituyen un paso hacia las técnicas de regionalización: trabajan con un método de optimización que sistematiza la elección del mejor juego de parámetros. En efecto, la determinación sistemática de los parámetros facilita sin duda alguna, la obtención de la correlación entre los parámetros del modelo y cualquier característica fisiográfica de la cuenca. A continuación, un interesante ejemplo del uso de los métodos de optimización en la calibración automática.

Modelo de Haan (1972)

Se desarrolló en torno a la idea que las características de retención y de transmisión de agua del suelo y de la capa inferior, así como la lluvia que infiltra, son los factores más importantes que gobiernan el volumen escurrido en cuencas pequeñas.

La capacidad de retención es dividida en un volumen M_r , el cual se encuentra disponible para la evapotranspiración, y un volumen M_l menos disponible para evapotranspirar. La máxima capacidad de M_r es 1 pulgada de agua; la máxima capacidad de M_l es C , un parámetro del modelo.

El modelo considera que la lluvia se divide en infiltración y escurrimiento superficial. La tasa de infiltración f varía según la relación entre M_r , M_l y C .

El modelo tiene cuatro parámetros que deben ser estimados f_{max} , S_{max} , C y F . El mejor juego de parámetros es aquel que minimiza la suma de los cuadrados de las desviaciones entre los volúmenes mensuales escurridos, observados y simulados.

Se supone una distribución horaria de la lluvia diaria y, se hacen los cálculos internos en base a dicha distribución. Sin embargo, la salida final da el flujo mensual escurrido, habiendo considerado Haan más aceptable la precisión de la simulación a nivel mensual.

El modelo de Haan es muy interesante en cuanto contempla una metodología para la estimación de los parámetros que utiliza. Además, el programa de computación consta de un algoritmo de calibración automática.

Por la relativa sencillez del modelo y su reducido número de parámetros, se requiere muy poco tiempo de computación para su calibración. Sin embargo, esta misma simplicidad es considerada por Payen (1983) como una causa directa de las limitaciones del modelo en cuanto a su utilización para simular

caudales diarios, por ejemplo. Otra consecuencia es que algunos procesos que no toma en cuenta de forma explícita, se incorporan en uno u otro parámetro, alterando así el sentido físico de éste. Entonces, el modelo, "a pesar de su aspecto conceptual, llega a funcionar más bien como una caja negra". Payen (1983).

Modelo desarrollado por Douglas James

Una publicación de la ASAE (1982) hace referencia a Liou, E. Y. (1970) el cual cita un trabajo de Douglas L. James (1972) proponiendo una metodología para estimación de los parámetros del Stanford IV. Es una versión del Stanford IV que cuenta con un algoritmo de calibración automática. Permite hallar para cada parámetro el valor que optimiza el ajuste entre el hidrograma observado y el estimado. Esto es posible aún cuando no se tienen valores iniciales de los parámetros.

Trabajos de Regionalización

El caso de las cuencas sin datos ha retenido la atención de los encargados de estudios hidrológicos, de ahí los múltiples esfuerzos para desarrollar nuevas técnicas a usar en dicho caso.

Generalmente, se recurre a una estimación en base a estudios de regionalización, es decir que, mediante cuencas experimentales con datos medidos, se trata de llegar a expresiones empíricas relacionando el volumen escurrido con algunos factores fisiográficos de la cuenca.

Se pueden mencionar:

- El caso de Posewitz (1968) quien preparó, para Venezuela, unas tablas de rendimiento de cuencas.
- Procedimientos empíricos como lo son los métodos coaxiales que tam-

bién tienen una validez regional son muy interesantes en cuanto permiten llevar un estudio de correlación de forma gráfica. En efecto, siendo la hidrología una "ciencia empírica", un gran número de problemas confrontados por el hidrólogo requieren un análisis de correlación o la aplicación de una función deducida por medio de estas técnicas. Sin embargo, frecuentemente, la correlación matemática necesita suponer una relación funcional que no siempre es fácil de especificar con anterioridad. En tal caso, es de mayor importancia para el analista estudiar los datos punto por punto y poder representar los gráficamente deduciendo después el tipo de relación que existe entre las dos variables.

Sin embargo, aún con una validez regional, sólo son aplicables cuando existen registros de datos observados, lo que hace que se reduzca el interés para el presente trabajo.

El procedimiento más generalizado y quizás más flexible y fácil de adaptar a cualquier región es el método del Soil Conservation Service de Estados Unidos (1972), el cual consiste en estimar la escorrentía provocada por una tormenta a partir de relaciones entre el suelo, la cobertura vegetal y la condición de humedad antecedente de una cuenca. La ecuación fundamental,

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{Pe}$$

es la relación que existe entre infiltración y escorrentía potenciales (S y Pe) y los valores reales de ambos (F y Q), relación que se considera válida a partir del momento en que empieza la escorrentía, considerándose como parte de las pérdidas o "abstracciones iniciales" (Ia), la precipitación ocurrida antes. Este método tiene una limitación en cuanto a que ha sido formulado para eventos aislados. Su desarrollo se sustenta en la estimación de la lluvia efectiva y no considera de manera explícita el flujo base. Por lo tanto se debe usar muy cuidadosamente cuando se necesita estimar recursos disponibles en forma continua.

CAPITULO III

SISTEMA HIDROLOGICO

Sistema hidrológico general

Una forma de representar el sistema hidrológico general es el ciclo hidrológico. El estudio de dicho ciclo es muy conveniente para la identificación de los procesos hidrológicos.

Sistema físico general

El ciclo hidrológico se inicia con el paso del agua de los océanos a la atmósfera en forma de vapor, el cual es transportado por las masas móviles de aire.

Condiciones adecuadas de la humedad atmosférica provocan la condensación del vapor de agua que forma las nubes, dando lugar a la precipitación.

El agua que cae, llega a la tierra en donde se distribuye de diversas maneras. Una parte es interceptada por obstáculos como árboles y edificios. Otra parte, más importante, llega al suelo en donde una porción es retenida temporalmente en depresiones, y, eventualmente puede llegar a evaporarse, regresando a la atmósfera; otra porción se infiltra. La lámina almacenada en la superficie puede escurrir hasta alcanzar los canales de las corrientes.

El agua infiltrada puede viajar en la zona superior del suelo dando lugar al flujo hipodérmico o subsuperficial hacia el cauce de un río o hacia un punto donde reaparecerá en la superficie en forma de manantial. Parte del agua de infiltración se queda en la zona radicular y repone eventualmente el déficit de humedad del suelo; se puede evaporar o ser absorbida por la vegetación que después la transpirará. Otra parte penetra más profundamente en el suelo hacia el depósito del agua subterránea del cual puede moverse por acción de la gravedad y, con el tiempo, salir e incorporarse a la escorrentía superficial y

llegar a un lago o al océano. El agua subterránea puede regresar cerca de la superficie por efecto de la capilaridad y ser evaporada.

Tanto la escorrentía superficial como el agua subterránea se mueven cada vez más hacia las zonas bajas y, eventualmente, se incorporan a un océano lo que completa el ciclo hidrológico.

Procesos hidrológicos

Visualizar el sistema físico hidrológico es más fácil, y por consiguiente analizarlo, conceptualizándolo como constituido fundamentalmente por dos tipos de procesos: uno de almacenamiento y otro de circulación o transferencia de agua entre los almacenamientos. Los diferentes ambientes de almacenamiento del agua se consideran como ambientes hidrológicos, y el traspaso del agua de un ambiente a otro está asegurado por los procesos de transferencia o flujos.

La Figura 1 muestra una representación conceptual del sistema hidrológico general en donde aparecen los procesos hidrológicos de almacenamiento y transferencia de mayor interés para la hidrología. La Figura 2 es una representación esquemática del ciclo hidrológico.

Procesos de almacenamiento

Almacenamiento en la atmósfera. Es el agua que se encuentra en la atmósfera en forma de vapor o de gotas de agua. Este almacenamiento es alimentado por la evaporación y la sublimación de la nieve y, descarga su exceso de agua mediante la precipitación.

Almacenamiento de intercepción. El almacenamiento de intercepción está constituido por el agua, que una vez caída la lluvia, queda atrapada por el follaje o depositada en la superficie de las obras construidas por el hombre como lo son los edificios, los monumentos, etc.

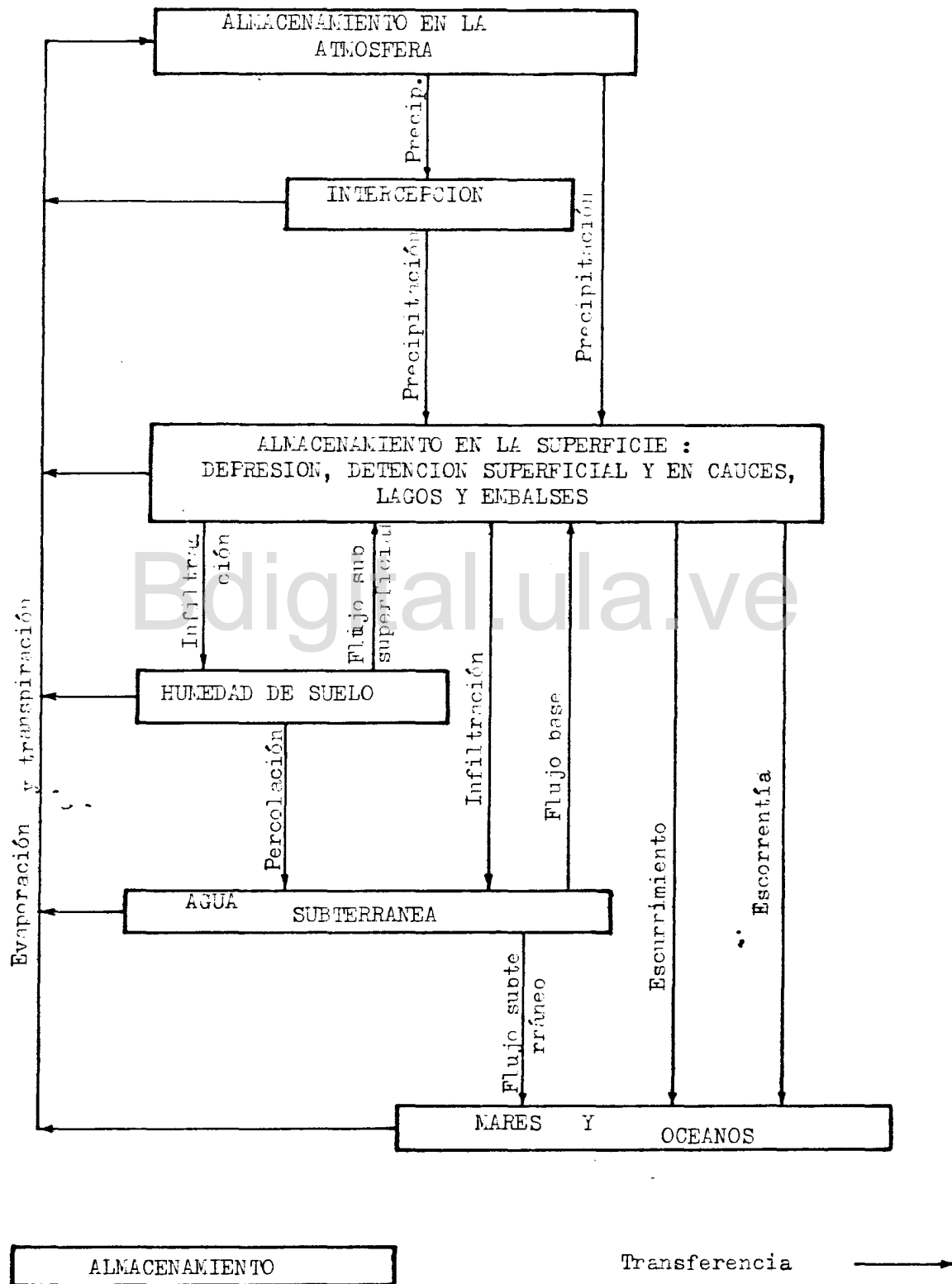


Figura 1 Sistema hidrológico general. (Sacado de Amisial, 1982).

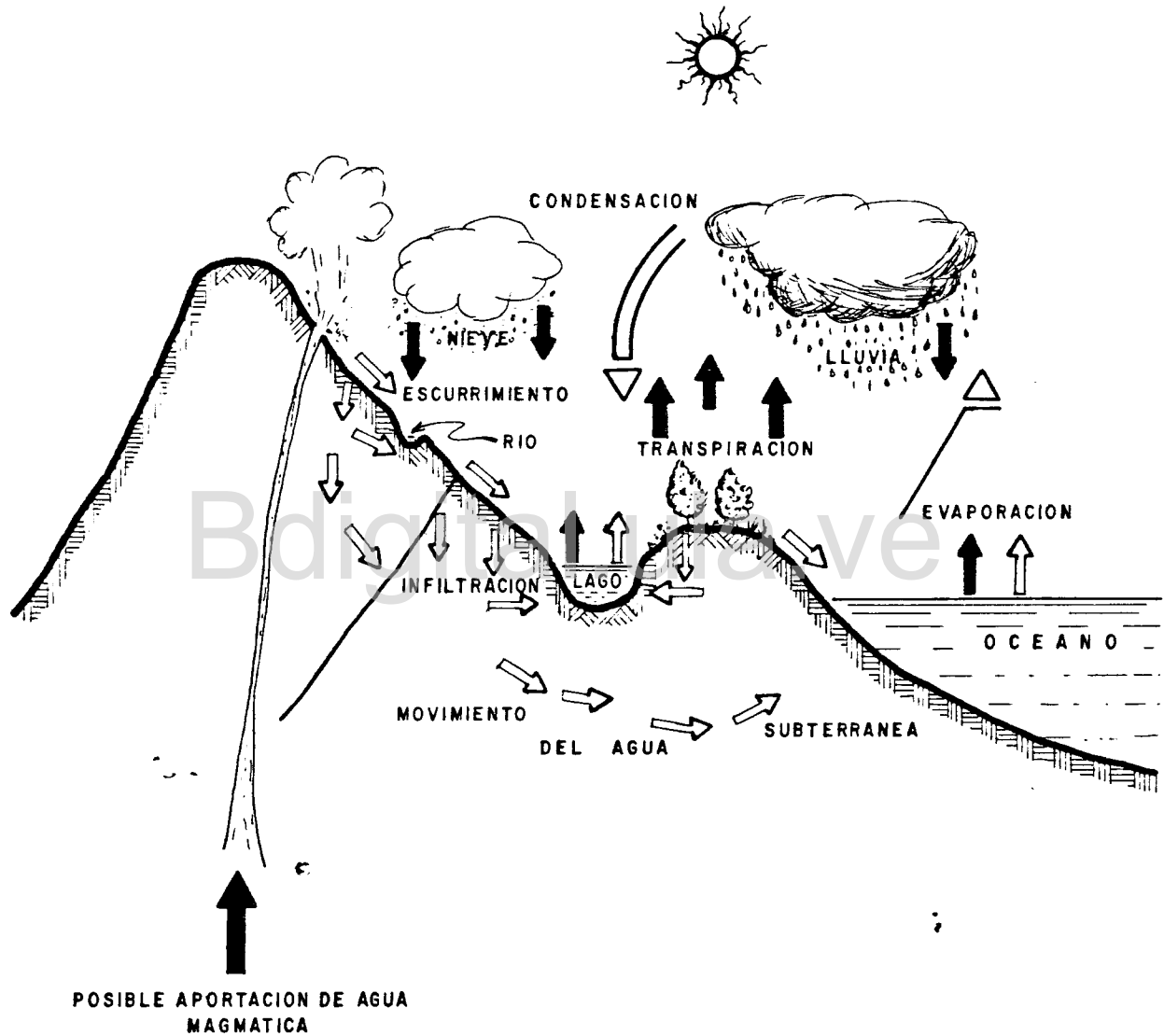


Figura 2 - REPRESENTACION ESQUEMATICA DEL CICLO HIDROLOGICO

Este almacenamiento cede su agua a la atmósfera por evaporación o a la superficie del suelo porque el agua, deslizándose, llega hasta allí,

Almacenamiento en depresión. El agua de lluvia que queda depositada temporalmente en pequeñas depresiones de la superficie del suelo forma el almacenamiento en depresión, el cual se agota por infiltración y evaporación.

Almacenamiento de detención superficial. Es el agua que procede de la lluvia; queda depositada y se acumula en la superficie del suelo. Tiende a escurrir hacia las partes más bajas, y en este recorrido está sujeta a disminuir, pudiendo pasar a la atmósfera por evaporación o al almacenamiento de humedad del suelo por infiltración. En la literatura, se hace referencia a este almacenamiento también como al almacenamiento de detención en vertientes.

Almacenamiento en cauces. Es el agua que, proveniente de la precipitación, el escurrimiento, el flujo subsuperficial y el flujo base, forma la escorrentía desplazándose, dentro del cauce, hacia las zonas más bajas. Está sujeta a la infiltración y a la evaporación.

Aún cuando están en movimiento, la detención superficial y la detención en cauce se consideran como almacenamiento para intervalos pequeños de tiempo.

Lagos y embalses. Pueden ser naturales o artificiales; pero, en todo caso son verdaderos almacenamientos a los cuales llega el agua proveniente de la precipitación, del escurrimiento, de la escorrentía, de los flujos subsuperficial y base. Están sujetos a disminuir su almacenamiento por infiltración, evaporación y escorrentía.

Almacenamiento de humedad del suelo. El agua almacenada bajo la superficie del suelo no saturado está calificada en la literatura bajo esta denominación. El almacenamiento de humedad del suelo se repone básicamente mediante la infiltración y disminuye por evapotranspiración, flujo subsuperficial y percolación.

Almacenamiento del agua subterránea. Este almacenamiento se encuentra en un suelo saturado y está delimitado por un estrato impermeable o semipermeable; se repone mediante la percolación desde el almacenamiento de humedad de suelo y, disminuye por efecto de la evapotranspiración, cediendo también agua del volumen almacenado mediante los flujos base y subterráneo. El límite vertical superior que marca la frontera entre éste almacenamiento y el de humedad del suelo, lo define el nivel freático.

Mares y océanos. Almacenamientos naturales que se reponen prácticamente mediante todos los demás procesos del ciclo hidrológico, disminuyen más que todo por la evaporación.

Procesos de transferencia

Precipitación. Por efecto del vapor condensado, el agua pasa de la atmósfera a la superficie de la tierra. Esta transferencia de agua lleva el nombre de precipitación.

Infiltración. Parte del agua de almacenamiento superficial pasa a sumergir el almacenamiento de humedad del suelo y, probablemente llega al almacenamiento subterráneo por efecto de la gravedad. El proceso que determina tal transferencia es la infiltración.

Percolación. Es el movimiento del agua desde el almacenamiento de humedad del suelo hacia el almacenamiento del agua subterránea por efecto de la gravedad.

Escurrimiento. Es el paso del agua de la detención superficial a otros almacenamientos como son: cauces, depresiones, lagos, embalses, mares y océanos, desplazándose siempre a la superficie del suelo.

Escorrentía. Es el movimiento del agua dentro de los cauces de los ríos y arroyos. Este flujo eventualmente alimenta a lagos, embalses, otros ríos, mares y océanos.

Flujo subsuperficial. Es el movimiento del agua desde el almacenamiento de humedad de suelo hacia la ladera o el cauce por efecto del gradiente hidráulico, eventualmente propicia manantiales.

Flujo base. Es el flujo del agua que sale del almacenamiento del agua subterránea pudiendo aparecer en la ladera o en el cauce, dando lugar a manantiales.

Flujo subterráneo. Es el movimiento del agua desde el almacenamiento subterráneo que, al no aparecer en la ladera ni en el cauce, alimenta a los mares y océanos.

Evaporación. El agua pasa de todos los almacenamientos de la superficie de la tierra a la atmósfera por intermedio de la evaporación.

Transpiración. Las plantas ceden agua a la atmósfera; el proceso mediante el cual se realiza este cambio es la transpiración.

Sistema Hidrológico Regional

El ciclo hidrológico o sistema hidrológico general se aplica a toda la tierra. Cuando el interés está en una zona con límites bien definidos, sean fisiográficos, políticos o simplemente delimitando una cuenca hidrográfica, se habla de un sistema hidrológico regional. En este caso, sus límites pueden ser impermeables, parte aguas por ejemplo, o permeables. A través de estos límites, pasan flujos de agua, bien sea hacia el sistema o saliendo de él. El sistema con sus entradas o ganancias y salidas o pérdidas, está regido por el principio de conservación de masa; es decir, que el sistema y sus salidas dan cuenta de todas las entradas.

La Figura 3 es una representación conceptual de un sistema hidrológico regional. Las diferencias fundamentales con la representación del sistema hidrológico general, las constituyen las entradas y salidas al sistema a tra-

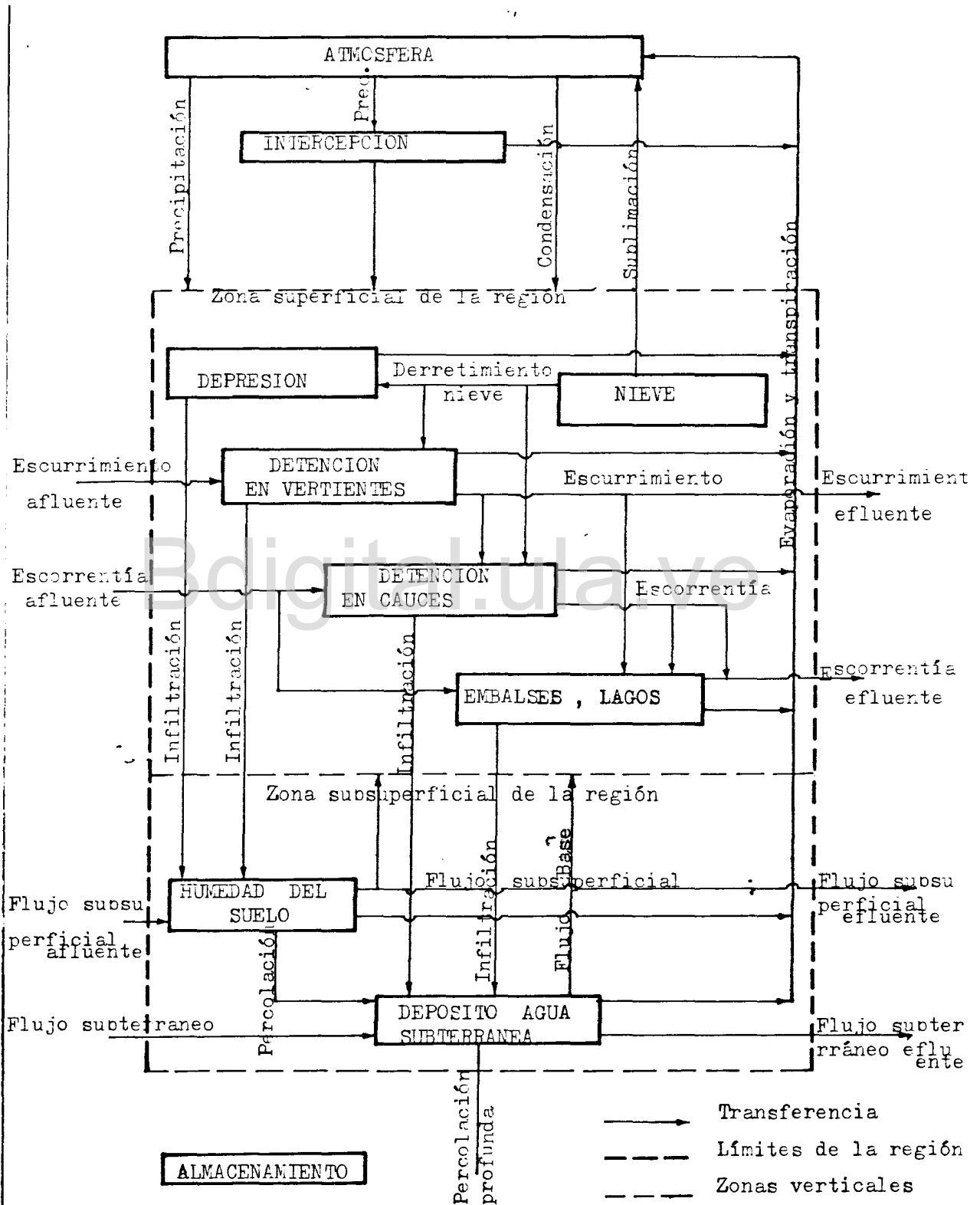


Figura 3 Sistema hidrológico regional. (Sacado de Amisial, 1982)

vés de los límites del sistema físico y la desaparición de ciertos ambientes hidrológicos, como los mares y océanos, en la representación del sistema físico-regional.

La Figura 4 también es un ejemplo de un sistema hidrológico regional; es la cuenca alta del río Bumbún, en el Estado Barinas, Venezuela. Los límites están constituidos por los parteaguas y por una línea artificial respetando la separación en subcuencas. En caso de considerarse la cuenca media, parte aguas abajo del límite artificial mencionado, se hablaría de la escorrentía afluente como de un aporte a la cuenca.

Bdigital.ula.ve

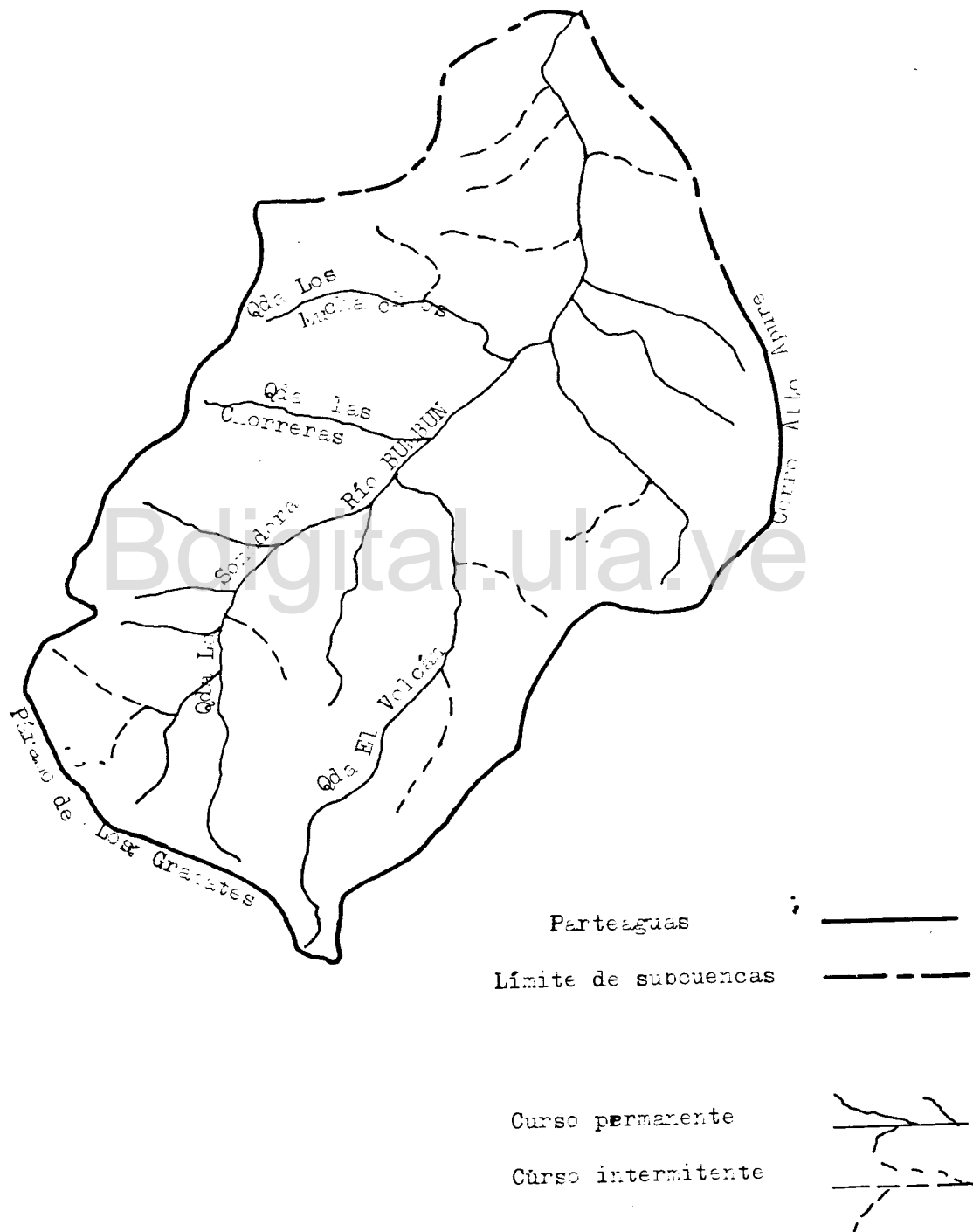


Figura 4 Cuenca del río Bumbun, un sistema hidrológico regional

CAPITULO IV

CONCEPTOS HIDROLOGICOS DEL MODELO

Procesos relevantes del Sistema Físico Modelado

La importancia de los procesos hidrológicos está muy relacionada con el sistema regional a modelar pero dependerá aún más de las características del modelo utilizado en lo que se refiere a su estructura y a la escala de tiempo adoptada.

En la mayoría de los casos, no se simulan almacenamientos como la atmósfera y el mar. Los modelos más conocidos no simulan lagos, pantanos ni embalses; esto se refleja en su estructura, en la cual no aparecen tales almacenamientos. En cuanto a la escala de tiempo, es decir, el intervalo de tiempo escogido como unidad de operación, los modelos simulan o no un proceso hidrológico, según se pueda considerar que en este intervalo de tiempo las variaciones de dicho proceso son o no de mayor importancia.

El modelo de Rojas (1984a) simula los procesos que a continuación se definen:

Precipitación

El modelo considera que la precipitación a tomar en cuenta es la lluvia media sobre la cuenca en estudio. Se estima a partir de observaciones en estaciones de la cuenca o pertenecientes a cuencas vecinas. Existen varios métodos para convertir la lluvia puntual en espacial sobre el área en estudio. Los más utilizados son:

- El promedio aritmético.
- El método de los polígonos de Thiessen.
- El método de las curvas isoyetas y

- El método de la red de puntos.

Pérdidas iniciales

Bajo esa denominación, el modelo toma en cuenta toda el agua que pasa formar parte de la humedad del suelo, mediante la infiltración, antes de haberse iniciado la escorrentía directa. Se estiman empíricamente como los dos décimos de la infiltración potencial, utilizando el método del Soil Conservation Service de Estados Unidos de América. Se consideran como un indicador, un nivel de referencia del almacenamiento de humedad del suelo a partir del cual empieza la escorrentía directa.

Escorrentía directa

Es toda el agua que pasa directamente a formar parte de la escorrentía superficial como producto de la lluvia caída; también se estima según el método del U.S. Soil Conservation Service (1972).

Infiltración

Infiltración potencial

De acuerdo al método del U.S. Soil Conservation Service (1972) la infiltración potencial es la capacidad máxima de infiltración.; Depende del tipo y densidad de vegetación y de las condiciones antecedentes de humedad del suelo de la cuenca.

Infiltración real

La infiltración real es toda aquella parte del agua que pasa al almacenamiento de la humedad del suelo durante un evento de precipitación y está formada por las pérdidas iniciales y el agua que se infiltra desde la superficie, después del inicio de la escorrentía directa.

Evapotranspiración

Es el paso del agua hacia la atmósfera, bien sea por evaporación, desde los almacenamientos superficiales, o por transpiración a través de los vegetales. El modelo las considera como un sólo proceso: la evapotranspiración.

Almacenamiento de humedad del suelo

Es el agua almacenada en la zona superior del suelo. Este almacenamiento se repone mediante la infiltración y está sujeto a disminuir por evapotranspiración, flujo subsuperficial y percolación. El modelo considera tres niveles de almacenamiento: saturación, capacidad de campo y punto de marchitez.

Flujo subsuperficial

Flujo subsuperficial saturado

Es el movimiento del exceso de humedad del suelo respecto a la humedad de saturación. El agua se mueve por el gradiente topográfico y depende de las características de transmisión de agua del suelo. Este flujo puede llegar al cauce de un río o propiciar eventualmente manantiales.

Flujo subsuperficial no saturado

Es el movimiento de una parte del exceso de la humedad de suelo respecto a la retención máxima hacia la ladera o el cauce de un río. Al igual que el flujo saturado, puede propiciar manantiales.

Percolación

Es el movimiento de una parte del volumen excedente de la humedad del suelo respecto a la retención máxima hacia el almacenamiento del agua subterránea.

nea por efecto de la gravedad.

Almacenamiento del agua subterránea

Es el agua contenida en la zona inferior del suelo, proviene básicamente de la percolación desde el almacenamiento de humedad del suelo y de la infiltración desde la superficie, estando sujeto a disminuirse por flujo subterráneo aprovechable y flujo subterráneo efluente. El modelo sólo considera la recarga de percolación.

Flujo subterráneo

El agua que eventualmente sale del almacenamiento de agua subterránea puede llegar al cauce de un río y pasar a formar parte de la escorrentía total antes del punto de flujo considerado, más abajo de dicho punto, o simplemente no reaparecer dentro de los límites de la cuenca. En el caso de que este flujo pueda ser aprovechado dentro de la cuenca, se habla del flujo subterráneo aprovechable; en el caso contrario, del flujo subterráneo efluente.

Escorrentía total simulada

Es toda el agua que llega al punto de flujo considerado. El modelo no considera un eventual aporte subterráneo procedente de cuencas vecinas. Entonces, la escorrentía total es la suma de los siguientes flujos contribuyentes: escorrentía directa, flujo subsuperficial, saturado y no saturado, y flujo subterráneo aprovechable.



CAPITULO' V

EL MODELO CONCEPTUAL

Consecuencia de la Escala de Tiempo

Al adoptar el día como escala de tiempo en el desarrollo de su modelo, Rojas (1984a) asume que no van a ser relevantes las variaciones, dentro del día, de las variables que de una forma u otra están asociadas con los procesos hidrológicos. Por ejemplo, el fenómeno de la intercepción de la lluvia por la cobertura vegetal no es de mucho interés y será descartado ya que este almacenamiento de intercepción es de carácter transitorio: el agua retenida por las hojas al principio de un día tiene amplio tiempo para evaporarse o deslizarse y llegar a la superficie del suelo antes de finalizarse el día. Por otra parte, no se pueden utilizar las ecuaciones de infiltración tradicionales ya que éstas funcionan sólo para tiempos cortos.

Desarrollo del Modelo

El modelo de Rojas (1984a) considera el sistema regional como un conjunto de ambientes dentro de los cuales ocurren los procesos hidrológicos y entre los cuales existen interacciones. Los ambientes considerados son, el almacenamiento de humedad del suelo y el almacenamiento del agua subterránea. No simula el almacenamiento de la atmósfera ni reproduce el movimiento del agua a la superficie del suelo (escurrimiento), ni el movimiento dentro del cauce. Sin embargo, no niega la ocurrencia de dichos procesos o mejor dicho, reconoce de manera implícita su existencia. Por ejemplo, se sabe que la precipitación procede de otro almacenamiento pero, el modelo no lo considera porque el límite vertical adoptado para el sistema regional está ubicado más bajo que el mencionado almacenamiento. El agua que pasa directamente de la superficie, a sumar la escorrentía es considerada como la escorrentía directa, sin discriminar entre escurrimiento y flujo subsuperficial rápido, asumiéndose que en el intervalo de tiempo considerado, habrán llegado al cauce.

El modelo conceptual considera que el ambiente suelo consiste de dos tanques simulando el almacenamiento de la humedad de suelo y el del agua subterránea. Las interacciones de los tanques entre sí, y con otros ambientes, están constituidas por los diferentes flujos.

La simulación empieza al llegar el agua a la superficie del suelo. El modelo considera el ambiente suelo constituido por distintos niveles. El agua en el suelo puede almacenarse o fluir, los procesos de almacenamiento se simulan como si estuvieran ocurriéndose en una serie de tanques intercomunicados con varias salidas y los flujos que surgen de dichas salidas contribuyen a la escorrentía total. Un primer tanque simula el almacenamiento de humedad del suelo; las características de retención de humedad de los suelos definen los diferentes niveles que son: el punto de marchitez permanente, la capacidad de campo o retención máxima y la humedad de saturación. La lámina de agua en el tanque representa la humedad del suelo y procede de la superficie mediante la infiltración. El agua desde este tanque, puede regresar a la atmósfera mediante la evapotranspiración, fluir hacia el agua subterránea o salir hacia los cauces como flujo subsuperficial. Un segundo tanque representa el almacenamiento del agua subterránea el cual se recarga con la percolación y cuyas salidas son el flujo subterráneo aprovechable o flujo base y el flujo subterráneo efluente.

La Figura 5 es la conceptualización del sistema hidrológico regional adoptado por Rojas (1984a) en el desarrollo de su modelo. ;

Al igual que la escala de tiempo, la secuencia de ocurrencia de los procesos hidrológicos influye en la determinación de los procesos hidrológicos relevantes para la simulación. A continuación, una breve descripción de la estructura del modelo.

Estructura del Modelo

La escorrentía en el punto de flujo es, sin duda alguna, la respuesta de toda la cuenca a las entradas. Siendo el propósito el de realizar un ba -

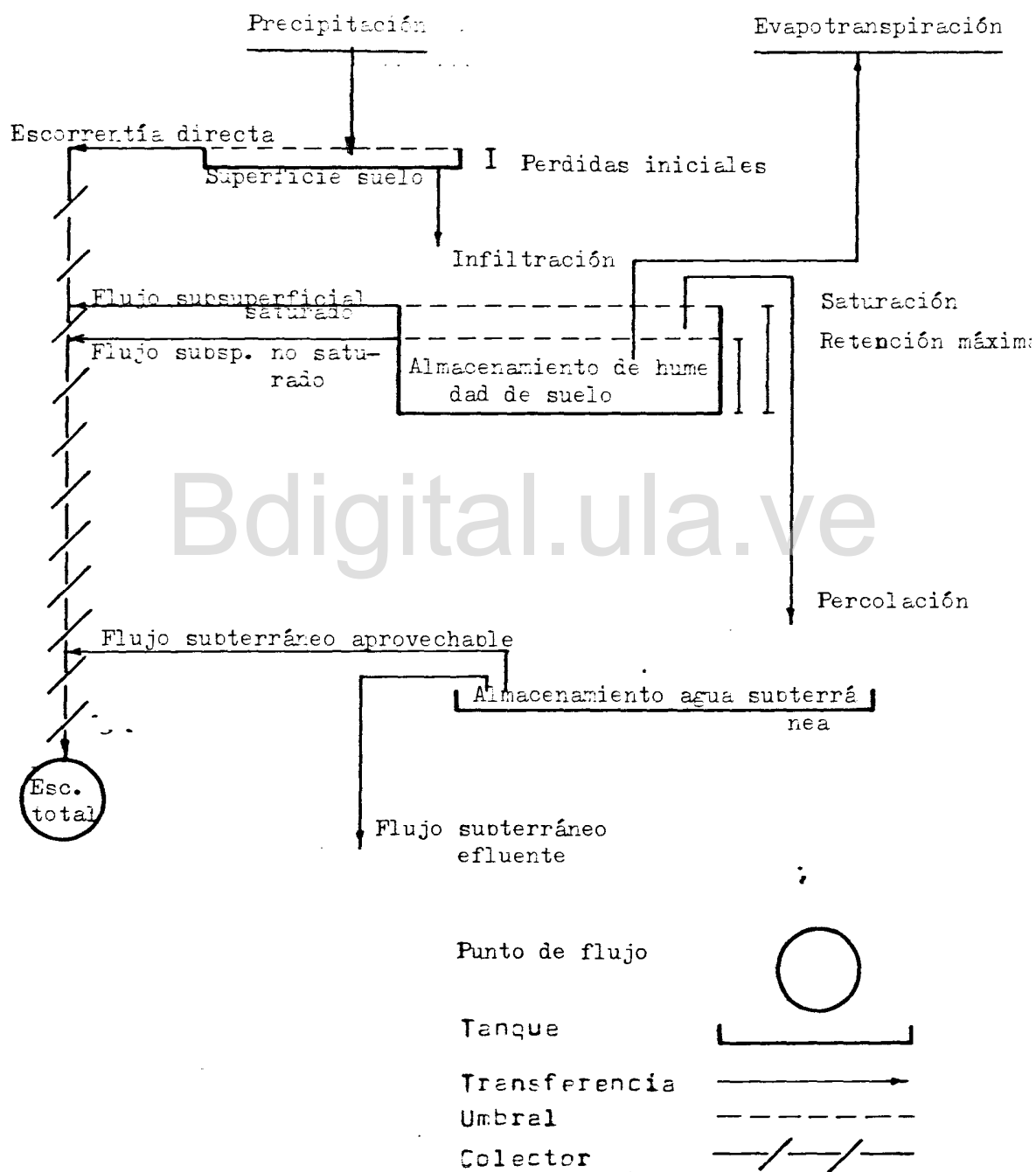


Figura 5 Conceptualización del sistema hidrológico regional en el modelo de simulación de Rojas.

lance realista del agua en la cuenca, se tiene que asegurar que también las entradas representen el promedio espacial sobre el área en estudio.

El primer paso que se simula es la conversión de la lluvia puntual en promedio espacial significativo para toda el área en estudio. Se hace llegar toda el agua caída a la superficie del suelo en donde se estiman la infiltración potencial y las pérdidas iniciales. Se considera que la capacidad de infiltración varía de un día a otro, y que es función de la variación del almacenamiento de humedad del suelo, o sea el volumen poroso disponible para ser ocupado por el agua.

Si la lluvia espacial es mayor que las pérdidas iniciales la diferencia entre sus respectivos valores se reparte entre la escorrentía directa y la infiltración real. De lo contrario, toda el agua pasa al almacenamiento de humedad del suelo por infiltración. La humedad del suelo en cualquier día es igual a la del día anterior aumentada de la diferencia entre la infiltración y la evapotranspiración de este mismo día. Si esta humedad resulta ser mayor que la humedad de saturación, entonces la humedad real del suelo es igual a la saturación y, el exceso sale como flujo subsuperficial saturado.

En caso de que la humedad del suelo exceda la retención máxima, la diferencia entre sus respectivos valores descarga, parte como flujo subsuperficial no saturado y parte como percolación pasa a reponer el almacenamiento de agua subterránea.

Un porcentaje fijo de este último almacenamiento sale como flujo subterráneo aprovechable y el otro como flujo subterráneo efluente.

CAPÍTULO VI

SIGNIFICADO DE LOS PARAMETROS

EN LA FORMULACION MATEMATICA DE LOS PROCESOS

La selección del modelo de Rojas para este estudio se basa más que todo en la mayor facilidad que ofrecen sus parámetros a ser ligados a caracte - rísticas físicas y/o fisiográficas de la cuenca. Rojas (1984a) hace referen - cia a semiparámetros hablando de aquellos que tienen un sentido físico direc - to como la retención máxima o capacidad de campo, la capacidad máxima de in - filtración, el factor corrector de la lluvia, etc.

A continuación, se trata de relacionar cada parámetro con una o más características medibles, cuantitativa o cualitativamente, de la cuenca. En la formulación matemática de los procesos hidrológicos, se irá indicando los parámetros del modelo y especificando para cada uno de ellos las característi - cas fisiográficas que tienen posible influencia sobre sus variaciones.

Precipitación

El primer paso en la simulación mediante el modelo desarrollado por Rojas es la estimación de la lluvia espacial representativa de toda la cuenca en base a los valores puntuales medidos. A tal efecto, se usa un factor de corrección de la precipitación observada cuyo valor se estima por calibración.

Siendo $PD(I)$ la lluvia puntual observada si se dispone de una sola es - tación de medición o el promedio espacial cuando son varias estaciones con registros comunes de precipitación, la lluvia media que considera el modelo se estima mediante la siguiente relación,

$$PM = PD(I) * FP \quad (6.1)$$

en donde, el factor FP depende de la ubicación de la estación de medición de pre

precipitación dentro de la cuenca, de su posición relativa respecto al punto de flujo considerado, de la distribución de la lluvia dentro de la cuenca, del método de estimación de la lluvia espacial, del área de la cuenca y del relieve.

Evapotranspiración

La evapotranspiración a la tasa potencial se estima a partir de la evaporación medida en tina y ocurre siempre y cuando la humedad del suelo sea mayor que la retención máxima. Se estima empíricamente como:

$$ETP = EVD(I) * 0.80 \quad (6.2)$$

siendo EVD(I) la evaporación de tina medida en el día I.

Sin embargo, el modelo considera que no siempre se cumple esta relación y, entonces, define otro parámetro que es el factor corrector de la evapotranspiración:

$$ETP = ETP * FE \quad (6.3)$$

El factor FE depende básicamente del cultivo, su estado de crecimiento, su tipo y densidad, también es función de la profundidad y del tipo de suelo ya que definen la capacidad de retención de humedad y por consiguiente la menor o mayor facilidad de cederla. Además, también contribuye a corregir el error que se comete al utilizar valores puntuales de evaporación. Es función de la ubicación relativa de la estación de evaporación dentro del área en estudio, influye también la posición geográfica de la cuenca ya que la latitud determina la radiación solar en horas-sol/día y la temperatura media diaria que son factores meteorológicos cuyas variaciones afectan el valor de la evapotranspiración.

La evapotranspiración real, en cualquier momento, es función de la evapotranspiración potencial y de la oportunidad de evapotranspiración que se de-

fine en la literatura como la cantidad máxima de agua aprovechable en un momento. Para definir el mismo concepto, Rojas (1984a) menciona al "agua útil" que es la diferencia entre la retención máxima y el punto de marchitez permanente.

La ecuación para el cálculo de la evapotranspiración real se escribe:

$$ET(I) = ETP * FE * (XE ** NX) \quad (6.4)$$

siendo

$XE = (HS(I-1) - WP) / (RM - WP)$, el cociente entre el agua disponible y el valor del agua útil para un determinado suelo.

$ET(I)$ la evapotranspiración real

ETP la evapotranspiración potencial

NX el exponente de la ecuación de evapotranspiración

El parámetro NX tiene que ver con el tipo y la profundidad media del suelo de la cuenca y también con la vegetación. No tiene un sentido físico directo y su valor se estima por calibración.

Escorrentía directa

Rojas utiliza el procedimiento del Número de Curva "CN" del Soil Conservation Service (1972) de Estados Unidos de América para la estimación de la escorrentía directa a partir del valor promedio de la precipitación sobre la cuenca, las pérdidas iniciales y la infiltración potencial.

$$QD(I) = (PM - IA)^2 / ((PM - IA) + SC) \quad (6.5)$$

En esta fórmula,

$QD(I)$ representa la escorrentía directa

PM la precipitación media sobre la cuenca

IA las pérdidas iniciales y

SC la infiltración potencial

El valor de la infiltración potencial depende del complejo suelo-cobertura y de la condición de humedad antecedente. Se estima mediante la siguiente ecuación:

$$SC = SC + (VAHS * FL) \quad (6.6)$$

en donde

SC es la infiltración potencial

VAHS la variación diaria del almacenamiento de humedad de suelo

FL el parámetro de infiltración

El valor del parámetro FL depende del suelo y, se espera una interrelación con FE, SC y NX.

El modelo asigna un rango de variación a la infiltración potencial. Los límites inferior y superior de dicho rango son parámetros de la versión original del modelo.

Las pérdidas iniciales se estiman empíricamente a partir de la infiltración potencial; según el Soil Conservation Service (1972) valen las dos décimas partes de dicho valor. La ecuación que da su valor se escribe:

$$IA = 0.2 * SC \quad (6.7)$$

La escorrentía directa se calcula mediante la expresión matemática con sagrada por el SCS, ecuación (6.5), cuando se tienen los valores de PM, IA y SC.

Infiltración real

La fórmula utilizada en el cálculo de la escorrentía directa asume que ésta solamente ocurre cuando la lluvia es mayor que las pérdidas iniciales. En tal caso, el exceso de agua se reparte entre la infiltración real y dichas pérdidas. La infiltración real se calcula como:

$$HF = PM - QD(I) \quad (6.8)$$

siendo

HF la lámina infiltrada

PM la precipitación media sobre el área en estudio y

QD(I) la escorrentía directa

En caso de no producirse la escorrentía directa, se considera que toda la lluvia pasa a reponer el almacenamiento de humedad del suelo por infiltración.

Aunque en la formulación matemática que simula el proceso hidrológico de la infiltración real no aparece ningún parámetro, se hace notar que su valor está ligado al de la infiltración potencial. Entonces, se puede deducir que, al igual que esta última, es función de las características del suelo de la cuenca.

Almacenamiento de humedad de suelo

El almacenamiento de humedad del suelo en cualquier día se estima como un balance hídrico mediante la siguiente ecuación:

$$HS(I) = HS(I-1) + HF - ET(I) \quad (6.9)$$

siendo

HS(I-1) el almacenamiento de humedad del suelo al principio del día I

o al final del día $l-1$;

HF la lámina infiltrada o aporte al almacenamiento en el día l y

ET(l) la evapotranspiración real en el mismo día o pérdidas desde el almacenamiento.

Aunque la humedad del suelo no aparezca expresada en forma explícita como función de uno de los parámetros del modelo, la ecuación (6.9) permite deducir que los parámetros que influyen en la variación de la infiltración, así como los que afectan la evapotranspiración tienen igual importancia en las posibles fluctuaciones del almacenamiento de humedad de suelo.

Flujo subsuperficial y percolación

El agua que sale del almacenamiento de humedad del suelo, según reaparece en las laderas o pasa a reponer el almacenamiento del agua subterránea se conoce como flujo hipodérmico o subsuperficial y percolación. El flujo subsuperficial a su vez, puede ser saturado o no. El flujo subsuperficial saturado es todo el exceso respecto a la humedad de saturación. El flujo subsuperficial no saturado ocurre cuando la humedad de suelo sobrepasa la capacidad de campo sin superar la humedad de saturación; en este caso, el exceso respecto a la retención máxima tiene dos salidas posibles: el flujo subsuperficial no saturado y la percolación.

El flujo subsuperficial saturado se estima como: ;

$$QX = HS(l) - ST \quad (6.10)$$

en esta relación

QX es el flujo subsuperficial saturado

HS(l) es el almacenamiento de humedad del suelo y,

ST el valor de la humedad de saturación que se estima de antemano y se asigna al modelo como un valor fijo ya que no se trata de un parámetro.

La expresión matemática que simula el flujo subsuperficial no saturado se escribe:

$$QI(I) = (HS(I) - RM) * FI \quad (6.11)$$

y siendo

$QI(I)$ el flujo subsuperficial no saturado

RM es la retención máxima

FI el parámetro del flujo subsuperficial no saturado

El valor del agua disponible para salir del almacenamiento de humedad de suelo como flujo hipodérmico o como percolación depende directamente del valor de la retención máxima, siendo ésta un parámetro del modelo. Sin embargo, si no se puede saber su valor, por lo menos es posible fijar el rango de variación de la capacidad de campo conociendo el tipo, la textura y la profundidad del suelo de la cuenca.

La ecuación (6.11), sólo expresa que el agua que sale del almacenamiento de humedad de suelo como flujo subsuperficial es una parte del exceso respecto a la retención máxima, pero qué tan grande es esta parte, lo dice el valor de FI .

Aunque no es posible prefijar FI , se sabe que su valor depende de las características de tipo y textura del suelo así como de la topografía de la cuenca.

Para el cálculo de la percolación, el modelo usa una relación similar a la del flujo subsuperficial no saturado,

$$PP(I) = (HS(I) - RM) * FD \quad (6.12)$$

en donde

FD es el parámetro de percolación, y

PP(I) la percolación desde el almacenamiento de humedad de suelo.

Al igual que el parámetro de flujo subsuperficial no saturado, FD es función del tipo de suelo, de la textura y de la topografía o relieve.

Almacenamiento del agua subterránea

El agua que sale del almacenamiento de humedad del suelo en forma de percolación pasa a reponer el almacenamiento del agua subterránea. Dicho almacenamiento, por otra parte, disminuye por el agua que sale como flujo subterráneo. El almacenamiento resulta ser, en cualquier día, un balance entre el valor almacenado el día anterior, el agua que llega al almacenamiento por percolación y el que sale como flujo subterráneo.

$$ALM. = ALM. \text{ ANTERIOR} + APORTE - PERDIDAS$$

La ecuación para calcular el valor del almacenamiento subterráneo se escribe entonces:

$$SA(I) = SA(I-1) + PP(I) - QS(I) - QSTE(I) \quad (6.13)$$

Los términos de la ecuación (6.13) se definen más adelante.

Flujo subterráneo

Parte del agua del almacenamiento subterráneo sale, bien sea como flujo base o como flujo subterráneo efluente. El parámetro de flujo base define la porción aprovechable mientras que el flujo efluente, pérdidas para el sistema regional, lo define el parámetro de flujo subterráneo efluente.

El flujo base se estima mediante la siguiente relación:

$$QS(I) = SA(I) * FB \quad (6.14)$$

en donde

QS(I) es el flujo base

SA(I) el almacenamiento del agua subterránea

FB el parámetro del flujo base

El flujo subterráneo efluente se simula mediante una relación similar,

$$QSTE(I) = SA(I) * FSE \quad (6.15)$$

en la que

QSTE(I) es el flujo subterráneo efluente y

FSE el parámetro del flujo efluente

Los parámetros FB y FSE son función de la textura y del tipo del suelo, de su estructura, de la estratigrafía, de la geología y de la topografía.

Escorrentía total

La escorrentía total simulada tiene como valor la suma de todos los flujos contribuyentes o sea: escorrentía directa, flujo subsuperficial saturado, flujo subsuperficial no saturado y flujo base. La expresión para su estimación se escribe:

$$TQ(I) = QD(I) + QX + QI(I) + QS(I) \quad (6.16)$$

CAPITULO VII

POSIBLES USOS DEL MODELO DE SIMULACION

El programa de computación elaborado se puede utilizar de tres maneras distintas, todas igualmente valiosas.

En caso de contar con los valores de las variables hidrológicas que constituyen las funciones de entrada del modelo (precipitación y evaporación diarias), y con los valores medios diarios de la esorrentía para un determinado período, se pueden obtener, para una cuenca de interés, valores estimados de los parámetros al lograr que la salida del modelo se ajuste a la del sistema real. Esta técnica, conocida como la calibración, permite entre otras cosas, la generación de una información tan detallada como la suministrada para el proceso de calibración para períodos en los cuales no se tienen datos observados. Esto significa, muy a menudo, la posibilidad de hacer un análisis probabilístico de frecuencia de una variable hidrológica, herramienta muy útil en la solución de problemas de ingeniería hidrológica. Sin negar el valor de los datos observados, hay que reconocer que sólo el tiempo podría producir la longitud de registros necesaria para el análisis probabilístico ya mencionado.

En la calibración propiamente dicha, una vez que se logró el ajuste de la salida del modelo a la salida del sistema real, se dispone también de una información relativa a cada uno de los procesos hidrológicos que entran en la formulación matemática del modelo.

La fase de generación deja de ser calibración y constituye otra aplicación del programa de computación elaborado. Es una técnica conocida como simulación hidrológica y no siempre es consecuencia de los resultados de la calibración.

La simulación es una técnica muy útil en el diseño hidrológico. Tiene varias aplicaciones, siendo una de ellas la predicción del efecto futuro

de posibles cambios en la cuenca sobre su respuesta a las funciones de entrada. Otras áreas de aplicación de la simulación paramétrica son la operación de sistemas hidrológicos y el manejo de cuencas.

Además de las dos técnicas mencionadas, el modelo de simulación tiene otra aplicación que es el análisis de sensibilidad a sus diferentes parámetros.

Simulación

Cuando el objeto es la simulación, el único paso previo a la utilización del programa es la estimación de los almacenamientos iniciales de humedad de suelo y agua subterránea así como de los valores de los factores fisiográficos.

En caso que la simulación resulte de una calibración previa, los valores de los parámetros ya se conocen y sólo falta estimar valores de los almacenamientos iniciales. Se procede entonces a seguir los pasos que a continuación se describen:

Estimación del almacenamiento inicial de humedad del suelo

Si se comienza la calibración en un período seco, lo mejor es asignar a la humedad de suelo el valor correspondiente al punto de marchitez permanente, o sea

$$OH = WP \quad (7.1)$$

estimándose el punto de marchitez permanente en base a las características de textura del suelo de la cuenca.

Si se comienza en un período húmedo, el almacenamiento inicial de la humedad de suelo será igual o su valor será más o menos cercano a la capacidad de campo, siendo esta última, función de la textura del suelo.

El Apéndice IV-A presenta un ejemplo numérico que ayuda a la comprensión de la metodología expuesta anteriormente.

Estimación del almacenamiento inicial del agua subterránea

Siempre que se empieza en un período seco, es más fácil estimar los valores iniciales de los almacenamientos. Si la humedad de suelo inicial se hace igual al punto de marchitez y se sabe que no hay aporte por precipitación (período seco), se puede asumir que toda el agua que pasa por el punto de flujo proviene del agua subterránea cuyo almacenamiento inicial se calcula usando la fórmula consagrada en la literatura revisada para la estimación del coeficiente de recesión del agua subterránea, o sea:

$$Q_t = Q_o k^t \quad (7.2)$$

siendo

Q_o el caudal ocurrido en el punto de flujo en un determinado día

Q_t el caudal ocurrido t días después

k el coeficiente de recesión del agua subterránea

t el número de días entre las dos mediciones

El valor de la constante k se saca directamente de la expresión arriba mencionada.

Se tiene,

$$k = (Q_t/Q_o)^{1/t} \quad (7.3)$$

El almacenamiento de agua subterránea se estima como si fuera la única fuente de producción del flujo escurrido el primer día del período considerado.

$$OA = MQD(1) / (-1n k) \quad (7.4)$$

donde

- OA es el valor inicial del almacenamiento subterráneo
 MQD(1) el caudal medido en el punto de flujo el primer día y
 k el coeficiente de recesión del agua subterránea.

La aplicación de esta metodología se puede apreciar mejor refiriéndose al aparte B del Apéndice IV.

Estimación de RM, WP y SI en base a factores fisiográficos

Mediante un mapa topográfico, se determinan las características fisiográficas de la cuenca en estudio.

Delimitación de la cuenca

Consiste en determinar el lugar geométrico de los puntos más altos de la cuenca. La curva así obtenida se llama parteaguas por lo que, de una parte y otra de ella se originan dos corrientes de agua, de las cuales una alimenta al río de interés para el estudio. Es importante ubicar primero la estación de hidrometría ya que la curva que delimita la cuenca se cierra en este punto de flujo.

Una vez que se tiene este mapa base, se pueden estimar:

1. La superficie del área en estudio, usando un planímetro y conociendo la escala del mapa base.
2. La longitud del curso principal, y si es necesario, las longitudes de los tributarios, utilizando un curvímetro.
3. La pendiente media del cauce, utilizando la relación entre el desnivel y la longitud de un tramo.

4. La pendiente media de la cuenca, utilizando la relación entre el desnivel de la cuenca y la longitud promedio de la misma.

5. El índice de forma de la cuenca, utilizando la relación entre la longitud del curso principal y el ancho promedio de la cuenca. También se estima como el cociente del cuadrado de la longitud del curso principal entre la superficie de la cuenca.

6. La densidad de drenaje que es la longitud de cauce por unidad de superficie.

Zonificación del área según el suelo

A partir del mapa obtenido del paso anterior y en base a estudios de suelo de la región, se divide la cuenca en zonas homogéneas en cuanto al tipo de suelo. Se determina la superficie de cada una de las zonas así definidas y, se calcula el porcentaje del área total que ocupa cada tipo de suelo.

Relación suelo-nivel de humedad

Las características de los suelos revisten gran importancia en los estudios hidrológicos ya que controlan los procesos de infiltración, movimiento del agua en el suelo y retención.

En la literatura existen varios intentos de relacionar niveles de humedad y características físicas de un suelo. Los valores de la Tabla 1 son el resultado de un estudio en este sentido, de Israelsen y Hansen (1965).

Para entrar a esta tabla, habría que llegar a determinar una textura representativa para toda la cuenca. Sin embargo, muy a menudo, la información disponible, en cuanto a suelo, sugiere que es más lógico pensar en estimar un nivel de humedad para cada tipo de suelo y llegar a un valor promedio para toda la cuenca.

Tabla 1 Resumen de los valores de las propiedades físicas del suelo, según su textura. (Sacado de Israelson y Hansen, 1965)

Textura del suelo	Filtración y permeabilidad cm/hora i_f	Total, espacio poroso % W	Peso específico aparente A_s	Capacidad del campo % FC	Marchitez permanente % PW	Humedad total utilizable ²			
						Peso seco %	Volumen %	$P_w = FC - PW$	$d = \frac{P_w}{100} A_s D$
Arenoso	5 (2.5 - 25.5)	38 (32-42)	1.65 (1.55-1.80)	9 (6-12)	4 (2-6)	5 (4-10)	8 (6-10)		8 (7-10)
Franco-aren.	2.5 (1.3 - 7.6)	43 (40-47)	1.50 (1.40-1.60)	14 (10-18)	6 (4-8)	8 (6-10)	12 (9-15)		12 (9-15)
Franco	1.3 (0.8 - 2.0)	47 (43-49)	1.40 (1.35-1.50)	22 (18-26)	10 (8-12)	12 (10-14)	17 (14-20)		17 (14-19)
Franco-arc.	0.8 (0.25-1.5)	49 (47-51)	1.35 (1.30-1.40)	27 (23-31)	13 (11-15)	14 (12-16)	19 (16-22)		19 (17-22)
Arc-arenoso	0.25 (0.03-0.3)	51 (49-53)	1.30 (1.25-1.35)	31 (27-35)	15 (13-17)	16 (14-18)	21 (18-23)		23 (18-23)
Arcilloso	0.05 (0.01-0.1)	53 (51-55)	1.25 (1.20-1.30)	35 (31-39)	17 (15-19)	18 (16-20)	23 (20-25)		23 (20-25)

NOTA: Los intervalos normales son consignados entre paréntesis.

1. Los intervalos filtración real varían mucho con la estructura del suelo y su estabilidad estructural, incluso más aún de lo indicado en esta columna.
2. La humedad fácilmente utilizable representa un 75% de la totalmente utilizable.

El valor de la capacidad de campo y del punto de marchitez permanente se puede determinar a través de la siguiente ecuación:

$$d = \frac{\phi_w}{100} p_a * D$$

d es la lámina de agua almacenada en el suelo, en cm

ϕ_w es el contenido gravimétrico de humedad del suelo

p_a es el peso atmosférico en cm

En cualquier cuenca de drenaje, las características de la escorrentía se presentan muy influenciadas por el tipo de suelo predominante, debido a la forma en que los tipos de suelo determinan la capacidad de infiltración de la cuenca.

Cuando se tiene la textura de un suelo, se puede tener una idea de la clase de permeabilidad correspondiente.

A las texturas de grano fino o pesadas, corresponden las clases de menor permeabilidad, mientras que a las de grano grueso o livianas, corresponden clases de permeabilidad rápida.

La Tabla 2 sacada del Soil Survey Manual del Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América (Soil Survey Staff, 1951) define para las diferentes clases de permeabilidad, el rango de infiltración.

Las características de permeabilidad y de infiltración son unos índices que permiten comparar el comportamiento hidrológico de las cuencas, de ahí el interés para ello en el presente estudio.

Tabla 2 Clases de permeabilidad y rango de infiltración

Clase	Clase de permeabilidad	Infiltración
1	Muy lenta	menos de 0.13 cm/h
2	lenta	0.13 - 0.51
3	moderadamente lenta	0.51 - 2.03
4	moderada	2.03 - 6.35
5	moderadamente rápida	6.35 - 12.70
6	rápida	más de 12.70 cm/h.

Si se estiman primero los valores de la retención máxima para cada zona, según la textura y profundidad del suelo, el valor promedio para toda la cuenca se calcula como:

$$RM = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^N P_i * RM_i \quad (7.5)$$

siendo

RM_i la retención máxima estimada para el suelo que ocupa la zona i

P_i el porcentaje del área total que representa la superficie de la zona i

De igual manera se puede tener un valor promedio del punto de marchitez permanente para toda el área en estudio.

El Apéndice IV-A ilustra con ejemplos numéricos la teoría expuesta en este aparte,

Zonificación en función de la cobertura vegetal

Siendo la combinación suelo-cobertura uno de los factores más importantes a considerar en el análisis hidrológico de una cuenca, se elabora también una zonificación de acuerdo a la vegetación. Para determinar las sub-áreas, se considera el tipo de vegetación, su estado de crecimiento y la densidad de cobertura, es decir, el porcentaje de cobertura del terreno.

Relación suelo-cobertura, infiltración potencial

Según la textura de los suelos, se puede tener una idea cualitativa de su potencial de escorrentía e identificarlos en el grupo A, B, C o D de la Tabla 3 elaborada por el SCS.

El porcentaje del área total con una cubierta vegetal es la condición hidrológica que se define así:

Tabla 3 Clasificación hidrológica de los suelos. Referencia: (Soil Conservation Service).

Los grupos hidrológicos en que se pueden dividir los suelos son utilizados en planeamiento de cuencas para la estimación de la escurrimiento a partir de la precipitación. Las propiedades de los suelos que son considerados para estimar la tasa mínima de infiltración para suelos "desnudos" luego de un humedecimiento prolongado son: profundidad del nivel freático de invierno, infiltración y permeabilidad del suelo luego de humedecimiento prolongado y profundidad hasta un estrato de permeabilidad muy lenta. La influencia de la cobertura vegetal es tratada independientemente.

Los suelos han sido clasificados en cuatro grupos A, B, C y D de acuerdo al potencial de escurrimiento.

- A. (Bajo potencial de escurrimiento). Suelos que tienen alta tasa de infiltración aún cuando muy húmedos. Consisten de arenas o gravas profundas bien o excesivamente drenadas. Esos suelos tienen una alta tasa de transmisión de agua. (Incluyen: Psamments¹ excepto por aquellas en los subgrupos Líticos, Aquicos o Aguadicos; suelos que no estén en los grupos C o D y que permanezcan a las familias: fragmentarias, esqueleto-arenoso o arenosas; suelos grosarénicos de Udults y Udalfs; y suelos en subgrupos Arénicos de Udults y Udalfs excepto por aquellas en familias arcillosas o finas.
- B. (Moderadamente bajo potencial de escurrimiento). Suelos con tasas de infiltración moderadas cuando muy húmedas. Suelos moderadamente profundos a profundos, moderadamente bien drenados a bien drenados, suelos con texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas y permeabilidad moderadamente lenta a moderadamente rápida. Son suelos con tasas de transmisión de agua moderadas (suelos que no están en los grupos A, C o D).
- C. (Moderadamente alto potencial de escurrimiento). Suelos con infiltración lenta cuando muy húmedos. Consiste de suelos con un estrato que impide el movimiento del agua hacia abajo, suelos de textura moderadamente finas a finas; suelos con infiltración lenta debido a sales o alkali o suelos con mesas moderadas. Esos suelos pueden ser pobremente drenados o bien moderadamente bien drenados con estratos de permeabilidad lenta a muy lenta (fragipan, hardpan, sobre roca dura) a poca profundidad (50-100 cm) (comprende suelos en subgrupos albicos o aquicos; suelos en subgrupos arénicos de aquents, aquepts, aquellas, aqualfs y acuults en familias francas; suelos que no estén en el grupo D y que pertenecen a las familias finas, muy finas o arcillosas excepto aquellas con mineralogía caolinítica, oxídica o haloisítica; humods y orthods; suelos con fragipanes de horizontes petrocálcicos; suelos de familias "poco profundas" que tienen subestratos permeables; suelos en subgrupos líticos con roca permeable o fracturada que permite la penetración del agua).
- D. (Alto potencial de escurrimiento). Suelos con infiltración muy lenta cuando muy húmedos. Consiste de suelos arcillosos con alto potencial de expansión; suelos con nivel freático alto permanente; suelos con "claypan" o estrato arcilloso superficial; suelos con infiltración muy lenta debido a alkali y suelos poco profundos sobre material caso impermeable. Estos suelos tienen una tasa de transmisión de agua muy lenta (Incluye: todos los Vertisoles y Aquods; suelos en Auentts, Aquepts, Aquols, Aqualfs y Aquults, excepto los subgrupos Arénicos en familias francas, suelos con horizontes máreicos, suelos en subgrupos Líticos con subestratos impermeables; y suelos en familias poco profundas que tienen un subestrato impermeable).

¹ Algunas traducciones del término en inglés han sido tomadas de: Fausto Maldonado P., "La Adaptación al Castellano de los nombres usados en la 7a. aproximación". ILCA, Costa Rica, 1971. (Tomado de Rojas, 1979)

- Buena: cobertura > 75%
- Regular: entre 50 y 75%
- Mala: menor del 50%

Entrando en las Tablas 4 y 5 con el grupo de suelo, el uso de la tierra, la práctica de cultivo y la condición hidrológica, se obtiene el correspondiente valor del número de curva CN para la condición de humedad antecedente II. En la Tabla 6 se lee el valor equivalente al CN para condición I, el cual permite calcular la infiltración potencial para la condición más desfavorable usando la siguiente ecuación:

$$S1_i = \frac{2540}{CN_i} - 25.4 \quad (7.6)$$

se repite el procedimiento para cada una de las zonas y se estima el valor representativo para toda la cuenca como:

$$S1 = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^N P_i * S1_i \quad (7.7)$$

siendo

P_i el porcentaje del área total que representa la superficie de la zona i

$S1_i$ la infiltración potencial estimada para la zona i

Relación precipitación-escorrentía, infiltración potencial

Rojas (1984c) describe una técnica para el cálculo de la infiltración potencial máxima utilizando la Figura 6. Consiste en la determinación de los valores de precipitación y escorrentía con los cuales se va a entrar en la mencionada figura. En todo el período de interés para el estudio se busca una época seca, al final de la cual se produce una determinada lluvia; se estima la escorrentía directa que produjo dicha precipitación sumando los excesos de escorrentía respecto al caudal mínimo que traía el río antes de producirse la lluvia y ésto hasta que regrese a dicho caudal.

Tabla 4 Valores del número de curva para los complejos suelo-cobertura. (Según el Soil Conservation Service). Rojas, 1979.

Cobertura			Grupo de Suelos			
Uso de la Tierra	Tratamiento o práctica.	Condición Hidrológica	A	B	C	D
			Número de Curva			
Rastrojo Cultivos en hileras	Hileras rectas	----	77	86	91	94
	" "	Mala	71	81	88	91
	" "	Buena	67	78	85	89
	c/curvas de nivel	Mala	70	79	84	88
	" "	Buena	65	75	82	86
	c/curvas de nivel y terrazas	Mala	66	74	80	82
	" " "	Buena	62	71	78	81
Cultivos en hileras estrechas.	Hileras rectas	Mala	65	76	84	88
		Buena	63	75	83	87
	Curvas de nivel	Mala	63	74	82	85
		Buena	61	73	81	84
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	61	72	79	82
		Buena	59	70	78	81
Leguminosas en ^{1/} hileras estrechas o forraje en rotación	Hileras rectas	Mala	66	77	85	89
	" "	Buena	58	72	81	85
	Curvas de nivel	Mala	64	75	83	85
	" " "	Buena	55	69	78	83
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	63	73	80	83
	Curvas de nivel y terrazas	Buena	51	67	76	80
Pastos de pastoreo		Mala	68	79	86	89
		Regular	49	69	79	84
		Buena	39	61	74	80
	Curvas de nivel	Mala	47	67	81	88
	" " "	Regular	25	59	75	83
	" " "	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
Patiós		----	59	74	82	86
Caminos tierra ^{2/}		----	72	82	87	89
Pavimentos ^{2/}		----	74	84	90	92
^{1/} Siembra tupida o al voleo. ^{2/} Incluyendo derecho de vía						

Tabla 5 Definición de la condición de humedad antecedente, CHA. (Soil Conservation Service).

CONDICION DE HUMEDAD ANTECEDENTE (CHA)	PRECIPITACION ACUMULADA DE LOS 5 DIAS PREVIOS AL EVENTO EN CONSIDERACION (Pa5)
I	0 - 3.60 cm
II	3.60- 5.30 cm
III	más de 5.30 cm

Tabla 6 Número de curva para casos de condición de humedad antecedente I y III. (Soil Conservation Service). (Tomado de Rojas, 1979).

CN para condición II	CN para condiciones		Valores	La curva** comienza cuando P =	CN para Condic. II	CN para condiciones		Valores	La curva* comienza cuando P =
	I	III	S*			I	III	S	
			(pulgs)	(pulgs)				(pulgs)	(pulgs)
100	100	100	0	0	60	40	78	6.67	1.33
99	97	100	0.101	0.02	59	39	77	6.95	1.39
98	94	99	0.204	0.04	58	38	76	7.24	1.45
97	91	99	0.309	0.06	57	37	75	7.54	1.51
96	89	99	0.417	0.08	56	36	75	7.86	1.57
95	87	98	0.526	0.11	55	35	74	8.18	1.64
94	85	98	0.638	0.13	54	34	73	8.52	1.70
93	83	98	0.753	0.15	53	33	72	8.87	1.77
92	81	97	0.870	0.17	52	32	71	9.23	1.85
91	80	97	0.989	0.20	51	31	70	9.61	1.92
90	78	96	1.11	0.22	50	31	70	10.00	2.00
89	76	96	1.24	0.25	49	30	69	10.4	2.08
88	75	95	1.36	0.27	48	29	68	10.8	2.16
87	73	95	1.49	0.30	47	28	67	11.3	2.26
86	72	94	1.63	0.33	46	27	66	11.7	2.34
85	70	94	1.76	0.35	45	26	65	12.2	2.44
84	68	93	1.90	0.38	44	25	64	12.7	2.54
83	67	93	2.05	0.41	43	25	63	13.2	2.64
82	66	92	2.20	0.44	42	24	62	13.8	2.76
81	64	92	2.34	0.47	41	23	61	14.4	2.88
80	63	91	2.50	0.50	40	22	60	15.0	3.00
79	62	91	2.66	0.53	39	21	59	15.6	3.12
78	60	90	2.82	0.56	38	21	58	16.3	3.26
77	59	89	2.99	0.60	37	20	57	17.0	3.40
76	58	89	3.16	0.63	36	19	56	17.8	3.56
75	57	88	3.33	0.67	35	18	55	18.6	3.72
74	55	88	3.51	0.70	34	18	54	19.4	3.88
73	54	87	3.70	0.74	33	17	53	20.3	4.06
72	53	86	3.89	0.78	32	16	52	21.2	4.24
71	52	86	4.08	0.82	31	16	51	22.2	4.44
70	51	85	4.28	0.86	30	15	50	23.3	4.66
69	50	84	4.49	0.90					
68	48	84	4.70	0.94	25	12	43	30.0	6.00
67	47	83	4.92	0.98	20	9	37	40.0	8.00
66	46	82	5.15	1.03	15	6	30	56.7	11.34
65	45	82	5.38	1.08	10	4	22	90.0	18.00
64	44	81	5.62	1.12	5	2	13	190.0	38.00
63	43	80	5.87	1.17	0	0	0	infinito	infinito
62	42	79	6.13	1.23					
61	41	78	6.39	1.28					

* Para CN en la columna 1.

** Se refieren al valor de P en que comienza la respectiva curva de la Figura 3.3 y considerando los valores de la primera columna.

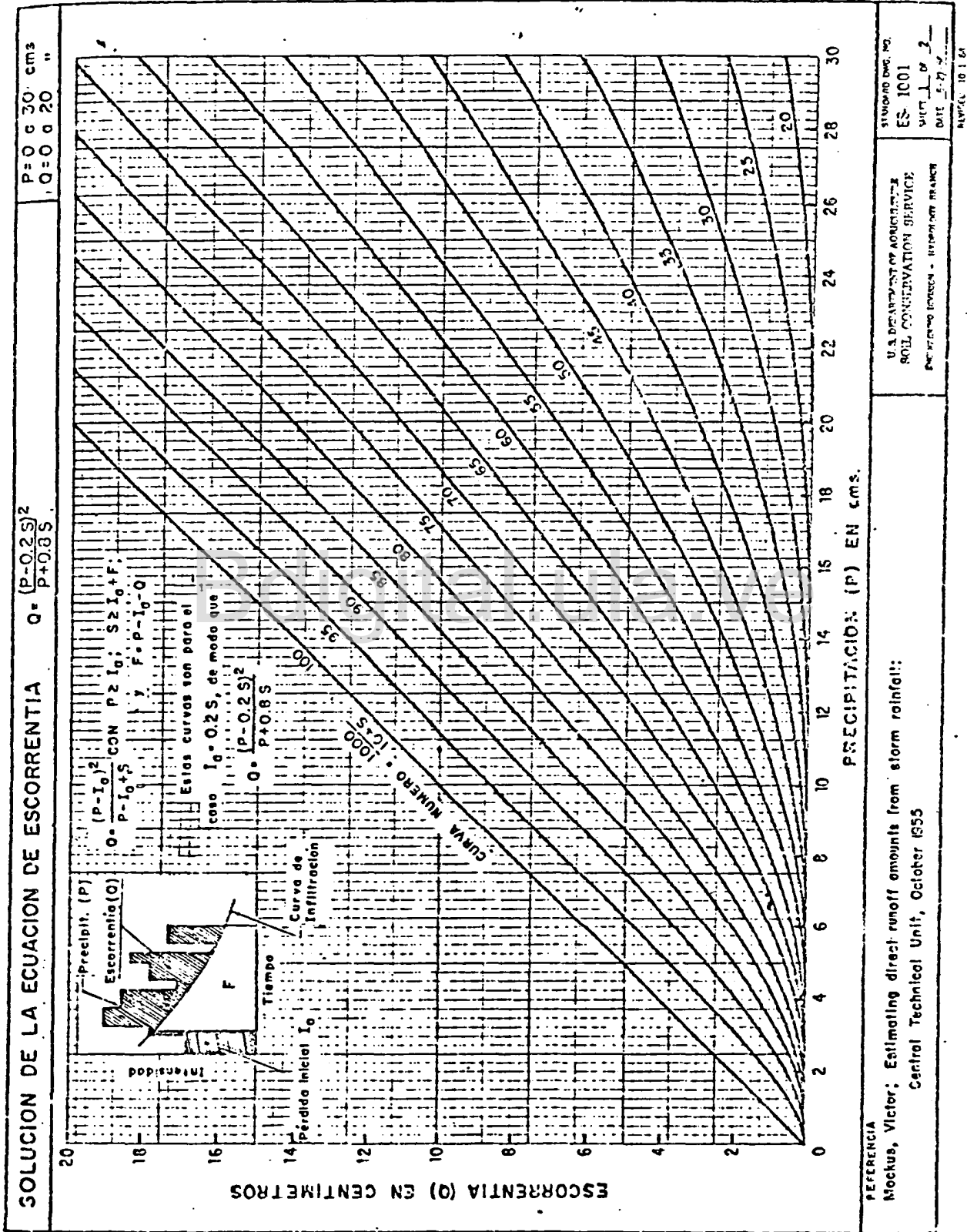


Figura 6 Gráfico para la determinación del número de curva entrando con P y Qe. (Tomado de Rojas, 1979)

Si ambos valores de infiltración potencial están dentro de un mismo rango, el valor inicial para la calibración se calcula sacando el promedio aritmético de los dos. En caso contrario, habrá que revisar con detenimiento los datos medidos y asegurarse de la representatividad de la estación de precipitación elegida cuando se esté utilizando solamente una estación pluviométrica. En todo caso, en el presente trabajo se le da mayor peso al valor de la infiltración potencial es timado en base a las características de la combinación suelo-cobertura. Esto se justifica por lo que el propósito es llegar a un procedimiento que permita expresar los parámetros del modelo como función de las características fisiográficas de la cuenca y generar registro de caudales diarios en ausencia de datos medidos.

Para el límite inferior de la infiltración potencial, Rojas aconseja, en la versión original del modelo, un valor inicial igual a:

$$S3 = S1 - (RM - WP) \quad (7.8)$$

El valor inicial de la infiltración potencial, SCI , según empiece la simulación en un período seco o húmedo, será más o menos cercano al valor estimado para la condición de humedad antecedente I o al correspondiente a la condición III respectivamente.

El Apéndice IV-B ilustra con un ejemplo numérico la estimación de la infiltración potencial por ambos métodos.

Una vez estimados los valores de OH , OA , RM , WP , $S1$ y $S3$, sin importar el juego de parámetros que se use, se utiliza el modelo y se aprecia su respuesta a los datos de entrada constituidos por la precipitación y la evaporación diarias medidas.

Calibración

Las consideraciones que se hicieron en la simulación para estimar los almacenamientos iniciales de humedad de suelo y de agua subterránea así como

las propiedades físicas de la cuenca son muy valiosas cuando el propósito es la calibración de un modelo para una determinada cuenca. Pero, además de ello, se debe definir una política de estimación de los parámetros de dicho modelo.

Estimación del parámetro de flujo subterráneo aprovechable

El parámetro FB determina la proporción del almacenamiento subterráneo que sale como una cantidad de agua aprovechable en la cuenca. En la literatura se refiere a esta agua como flujo base y el factor FB es similar al factor de flujo base que se estima en base al coeficiente de recesión del agua subterránea,

$$FB = \ln k \quad (7.9)$$

el valor así conseguido da una idea bastante aceptable del rango de variación del parámetro FB.

En el Apéndice IV-C se presentan los cálculos ilustrativos de la estimación del parámetro FB.

Rango de variación de los parámetros

Es difícil asignar de antemano valores a aquellos parámetros para los cuales no se dispone de métodos que permitan su estimación cuantitativa, aún cuando se tenga una idea cualitativa de la influencia de algunos factores físicos de la cuenca sobre su variación. Lo más lógico en este caso es tratar de determinar por lo menos, para cada uno de ellos, su rango de variación.

Rango de variación de los parámetros FI, FL, FD, FB, FSE

A los parámetros que definen una porción de un almacenamiento, por simple lógica, se les pueden asignar un rango de variación cuyos límites son 0 y 1. En efecto, en el caso de los flujos que emanan de los distintos almacena -

mientos, por ejemplo, es una simple hipótesis del modelo y en ningún momento se sabe con seguridad qué ocurre realmente; por eso, se puede aceptar que el límite inferior de los parámetros de flujo es cero. Ahora, aún con la seguridad de ocurrencia de un flujo, como no se puede saber de antemano la cantidad de agua que trae, se acepta que la cantidad máxima que puede surgir de un almacenamiento es igual a la capacidad del almacenamiento considerado, para la misma ocasión, se acepta a la unidad como límite superior de un parámetro de flujo. Los parámetros FI, FL, FD, FB, FSE caen en esta categoría.

Rango de variación del parámetro NX

Son otras las consideraciones cuando se tratan de parámetros como NX para los cuales hace falta una cierta experiencia en cuanto al modelo, ya que son verdaderos parámetros cuyos límites de variación se deducen por los valores que toman una vez conseguida la calibración de un gran número de cuencas y para condiciones diferentes de suelo, clima, humedad antecedente etc. En la etapa de prueba del modelo, se ha notado que NX varía desde valores menores de la unidad hasta mayores de seis.

Rango de variación de los parámetros FP y FE

El factor corrector de la evapotranspiración así como el de la lluvia puntual son otra categoría más dentro de los parámetros del modelo de Rojas. No se pueden tratar como ninguno de los dos grupos mencionados, no son fracción de almacenamiento ni se pueden dejar tan libres de tomar cualquier valor como NX. En todo caso, su valor debe ser cercano a la unidad, siendo el rango más reducido para FP.

Calibración manual y calibración automática

El modelo de Rojas (1984a) está diseñado para la calibración manual de los parámetros. El aceptar una calibración conseguida como buena depende exclusivamente del usuario y se deja a su juicio la secuencia de las operaciones dentro del proceso de calibración. Esta libertad de acción que tiene el usua-

rio, en algunos casos se considera como una ventaja ya que el proceso no es -
capa al control de la lógica.

Sin embargo, en el presente estudio se considera como peligrosa la facultad que tiene el usuario de poder manejar a gusto la secuencia de las operaciones ya que se notaron resultados diferentes según se muevan los parámetros, primero unos que otros. Se buscó pues, una forma de asegurar la sistematización del proceso y se consideró que una solución podría ser la automatización de la calibración.

Algunos objetarán que el hecho de dejar que la máquina lo haga todo, le quita al usuario la posibilidad de decidir, convirtiéndolo en un simple observador. A ellos se les puede dar la seguridad que la calibración automática sólo asegura la sistematización del proceso, llevándolo de igual manera todas las veces que se utilice el algoritmo elaborado a tal efecto pero que, de ninguna manera, se traspasa a la máquina el poder de decisión del usuario. La estructura del archivo de entrada al programa con algoritmo de calibración automática respalda lo dicho anteriormente.

Ya que no tiene el usuario del programa poder de decisión durante la calibración, es mayor su responsabilidad al decidir antes de empezarse el proceso.

Para la calibración automática se usó una versión modificada del algoritmo de Hooke-Jeeves. En el Apéndice I se encuentra un listado del programa de calibración manual junto con el de calibración automática.

Al utilizarse la calibración automática, se notó la muy poca influencia que tiene sobre la función objetivo una variación considerable del valor inicial de la humedad de suelo. Ocurre lo mismo con la variación del valor inicial del almacenamiento subterráneo. Por eso, se decidió que se pueden considerar como valores fijos a ser leídos y no como parámetros.

Como era lógico de suponer, al reducirse el número de parámetros a ca-

librar, también disminuyó el tiempo de computación requerido para una corrida del programa elaborado.

Otra manera de reducir parámetros es utilizando relaciones entre ellos como la correspondencia entre los valores de la infiltración para las condiciones I y II que se expresa mediante la siguiente relación:

$$S3 = 0.04834 * S1 ** 1.25 \quad (7.10)$$

Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad se puede considerar como una aplicación del modelo de simulación. Es de gran interés en la realización del presente trabajo ya que su objeto es la determinación de los parámetros de mayor influencia en la respuesta del modelo, los cuales también, se presume, tienen más peso en la estructura de regionalización. Los parámetros, así identificados, deben ser estimados en forma metodológica ya que valores errados de los mismos le restaría validez a la estructura de regionalización.

En el Capítulo IX, se presentan graficados los resultados de la prueba de sensibilidad del modelo de Rojas (1984a) a la variación de sus diferentes parámetros.

CAPITULO VIII

PROGRAMAS ELABORADOS

Generalidades

La versión original del modelo de Rojas (1984a) está programada en lenguaje BASIC y fue diseñada para un número reducido de días debido a las limitaciones del mini computador que utilizó Rojas. Se puede usar de manera opcional tanto en simulación como en calibración. El programa original que sustenta el modelo de simulación hidrológica permite la calibración manual y selectiva de un parámetro a la vez. Ofrece la posibilidad de visualizar el resultado de una simulación obtenida con un determinado juego de parámetros durante el proceso de calibración, sacando por pantalla un gráfico de los valores ploteados de las láminas observada y estimada.

El programa original ha sido revisado y llevado al lenguaje FORTRAN para ser montado en la computadora HP 1000 del CIDIAT. Se elaboraron dos programas diferentes a fin de adaptar el modelo y usarlo en el presente trabajo.

Actualmente, se pueden calibrar o simular hasta 10 años de caudal medio diario. Pero son tantas las variables que maneja el programa que fue indispensable recorrer a la memoria virtual para que cargara con los arreglos dimensionados para 10 años.

Las versiones en lenguaje FORTRAN resultan de dos etapas diferentes, pero complementarias, de la metodología de trabajo.

La primera es una reestructuración del programa original con el fin de almacenar los valores de las variables en series de tiempo para períodos largos. Para ello se implementó una subrutina adicional con la cual se logra controlar lo que llamaremos el calendario de la simulación, facilitando así el manejo de las variables. La subrutina que saca por impresora el ploteo de los valores de la lámina media diaria escurrida, es otro logro del estudio. Sin

embargo, en lo que se refiere al módulo de calibración, no se cambió la filosofía general del modelo original, es decir que se logra la calibración mediante simulaciones sucesivas cambiando el valor de un parámetro a la vez.

El segundo programa elaborado tiene un algoritmo de optimización de parámetros que permite la calibración automática del modelo. Además, se trató de limpiar el modelo, quitándole aquellas instrucciones que sirven al cálculo de una variable cuyo valor no fluctúa con la variación de los parámetros o cuya estimación se requiere al lograrse la calibración.

A continuación, una breve descripción de cada versión con sus datos requeridos de entrada, las opciones que ofrece al usuario y la forma en que están estructurados los resultados o salida del programa.

Programa de calibración manual

Componentes

El programa desarrollado consta de un programa principal y cuatro subrutinas.

El programa principal, desde el cual se llaman a las subrutinas, tiene como propósito la calibración del modelo. Un ajuste por separado de los parámetros trata de hallar para cada uno de ellos el valor que permite lograr el menor coeficiente de calibración. Por otra parte, desde este mismo módulo, es posible escoger entre las diferentes opciones que la versión para calibración manual ofrece en cuanto a representación de resultados y salida del modelo. Además, valiéndose de la comparación entre valores observados y estimados de la lámina escurrida, el usuario escoge el parámetro cuyo valor se va a cambiar y decide cuándo una calibración es aceptable.

Subrutina CALCUL

Este modelo calcula todo lo que se refiere a la longitud del registro

común: número de años, número de meses, número de días de cada mes, número total de días del registro. Estos datos tienen gran importancia ya que facilitan la estructuración cronológica de los cálculos y de la representación gráfica de los resultados finales. Por otra parte, esta subrutina ofrece la posibilidad de reducir la capacidad de memoria requerida, al permitir la disminución de la cantidad de valores almacenados. Gracias a este módulo, se hace más fácil la lectura del ploteo de los valores medidos y estimados ya que es posible identificar el día en el cual ocurrió un valor ploteado de escorrentia.

Subrutina STCAII

Es el módulo de simulación; permite calcular la escorrentia diaria a través de la formulación matemática, lógica y secuencial de las expresiones que describen el comportamiento hidrológico de la cuenca simulando los procesos relevantes del sistema regional considerado.

Se hace notar que la primera parte de esta subrutina está esencialmente constituida por instrucciones de lectura que serán ejecutadas según sea o no la primera vez que se llama a la subrutina desde el programa principal (INSIC = 1). La formulación matemática está dentro de dos lazos, el primero tiene un contador de años y el segundo, un contador de días. Allí se usan los resultados de los cálculos llevados a cabo en la subrutina precedente.

En la subrutina se define además un concepto muy importante para la calibración del modelo, el coeficiente de calibración, cuya variación constituye el criterio de más peso para seguir optimizando el valor de un parámetro ya que se seguirá cambiando el valor de dicho parámetro mientras vaya disminuyéndose el valor del coeficiente de calibración.

Subrutina GRAFI

Es el grupo de instrucciones que permite sacar un gráfico por pantalla durante el proceso de calibración. El interés radica en que los hidrogramas,

tanto el observado como el simulado, se grafican utilizando un mismo sistema coordinado de referencia, facilitando así la comparación entre ellos. Se puede entonces apreciar el ajuste de las curvas, definiéndose a la vez los tramos en los cuales se nota mayor desviación entre ellas. El objetivo principal de este análisis es observar la tendencia de ambos hidrogramas para determinar cuáles parámetros hay que variar y en qué sentido tiene que hacerse la variación. En el caso, por ejemplo, que el flujo base simulado mantenga una cierta tendencia respecto al observado, se puede pensar en el parámetro de flujo base, el cual define prácticamente la cantidad de agua que sale del almacenamiento de agua subterránea. Si las curvas presentan una mayor desviación en los picos, habrá que pensar en los límites del rango de variación de la infiltración potencial, etc.

Subrutina PLOTEO

Consiste de varias instrucciones ejecutables que permiten la representación en forma gráfica de los valores medidos y estimados de la escurrimiento diaria versus el día en el cual ocurre en el punto de flujo considerado. Junto con una tabla resumen, constituye la salida por impresora de una de las opciones de representación de resultados.

La Figura 7 es el diagrama de bloques del programa elaborado para la calibración manual.

Entradas al Programa KEROJ

El modelo requiere de tres tipos de datos: las variables cuyo valor, fijo en el desarrollo del estudio, se suministran mediante un archivo de entrada, los valores iniciales de los parámetros y una información suministrada de manera repetida al modelo.

El archivo de entrada está constituido por: una información general de la cuenca, nombre del río y especificación del tipo de estudio a realizarse; fechas de inicio y fin del período para el cual se va a hacer la simulación hi

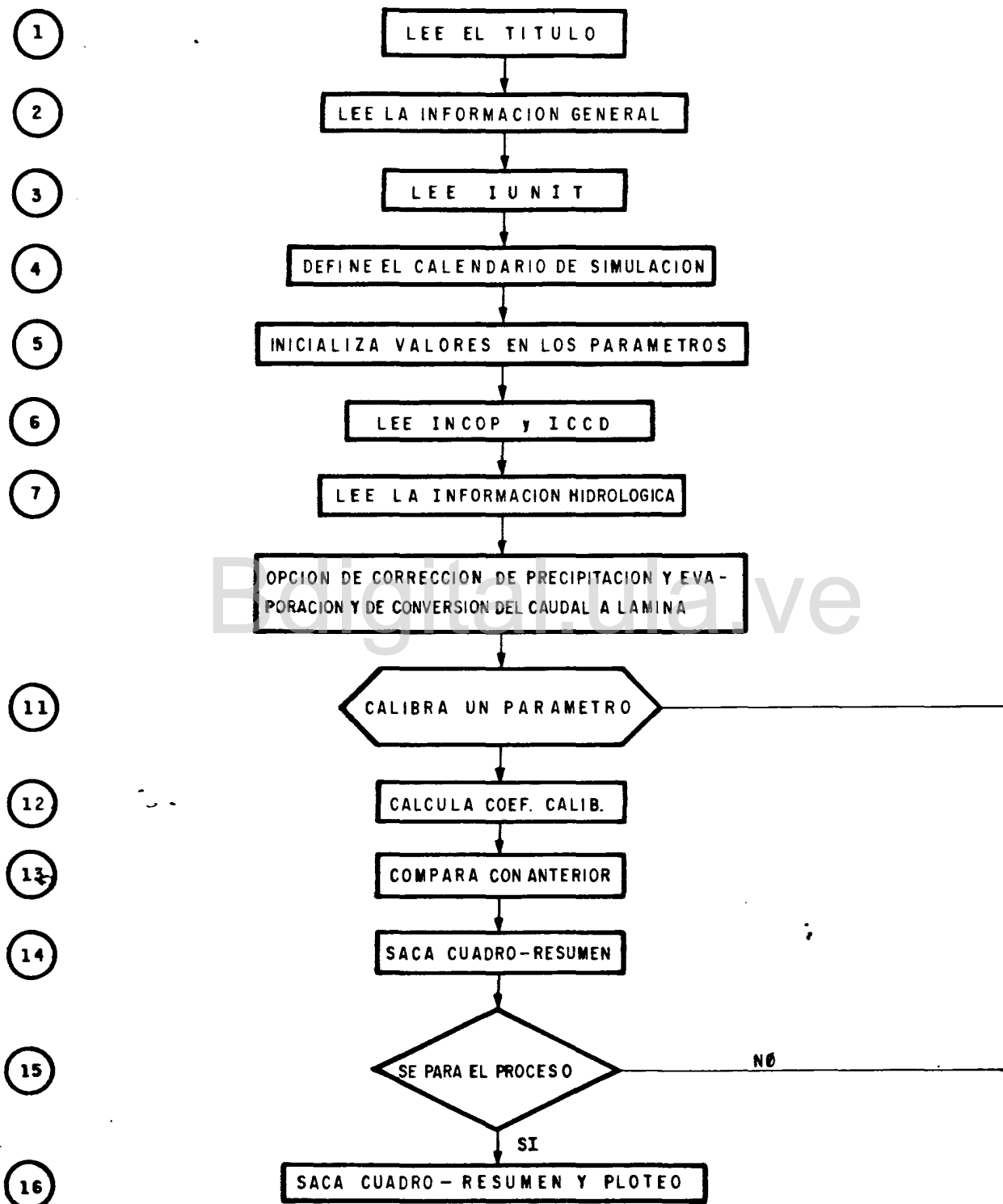


Figura 7.- Flujograma de bloques del programa elaborado para la calibración manual.

drológica; superficie de la cuenca y valor estimado de la humedad de saturación; series de tiempo constituidas por los valores diarios de precipitación, evaporación y escorrentía.

El juego de parámetros con el cual se hace la primera simulación se suministra al programa por pantalla en el orden que lo va pidiendo.

La información que se da en forma repetida se define a continuación:

1. Los valores de las variables que deciden entre las diferentes opciones durante el proceso de calibración manual: primero se define la unidad en la cual se expresa el caudal diario; luego, el usuario decide si va a parar el proceso, en cuyo caso escoge la manera de representar los resultados. Si decide seguir con la calibración, se lo indicará al programa mediante el valor adecuado de la variable que determina esta opción.

2. Para poder calibrar el modelo, es necesario poder designar en el programa cuál es el parámetro cuyo valor se piensa optimizar. Luego se suministra la información referente al valor inicial del parámetro, el incremento y el número máximo de veces que se cambia el valor de dicho parámetro.

Salidas

Están constituidas por:

;

1. El juego de parámetros con el cual se consiguió la calibración.

2. Unos resultados intermedios como son:

a. El arreglo de la escorrentía diaria observada expresada en milímetros cuando los valores medidos lo han sido en otras unidades como metros cúbicos por segundo o litros por segundo.

b. Los datos corregidos de precipitación y evaporación

c. Una tabla resumen donde se leen valores de los flujos componentes de la escorrentía total, la evapotranspiración acumulada, los valores de la escorrentía mínima observada y estimada, los valores de la escorrentía máxima y el balance hídrico. Este último debe ser igual a la precipitación media acumulada.

3. Las salidas finales constituidas por: la lámina media diaria escurrida en el punto de flujo considerado, presentada en forma de ploteo de los valores medidos y estimados y el valor del coeficiente de calibración.

En el Apéndice VI-A se presentan los resultados de la calibración manual de la cuenca del río Canaguá.

Opciones

En este aparte se irá designando las variables que definen las diferentes opciones que en esta versión están a disposición del usuario para llevar a cabo el proceso de calibración manual.

En el Capítulo IX, de instrucciones para el uso del programa, se explica de manera más amplia lo que se logra al asignarle un determinado valor a cada una de estas variables.

IUNIT es el indicador de unidad de la escorrentía diaria.

INCOP, el índice de corrección de la precipitación y de la evaporación.

ICCD, el índice de corrección del caudal directo.

INT según su valor decide si se sacan los resultados o si se va a seguir calibrando el modelo.

LARE dice si se quiere cambiar el valor de un parámetro.

IRES sirve de chequeo antes de que el programa ejecute la instrucción referente al cambio de valor del parámetro.

Programa para calibración automática

Componentes

El programa elaborado para calibración automática difiere de la versión descrita anteriormente más que todo en lo relativo a su estructura general. Se notará por ejemplo que tiene subrutinas adicionales las cuales han sido pensadas con el fin de lograr la reducción del tiempo de computación.

El programa principal de la presente versión se distingue en dos aspectos fundamentales del programa principal concebido para calibración manual.

1. Los únicos datos de entrada que se leen directamente desde el programa principal son los referentes a la calibración propiamente dicha, valores estimados de características fisiográficas, valores iniciales de los parámetros, intervalo y rango de variación de cada parámetro, número de parámetros a optimizar y subíndices de los parámetros cuyo valor se va a optimizar.

2. El módulo de calibración es en este caso el algoritmo de optimización de parámetros de Hooke-Jeeves con una ligera modificación. Cada vez que en el algoritmo original se cambia el valor de un parámetro sin conseguir una mejoría de la función objetivo, se dividen entre dos los valores de los intervalos de chequeo de todos los parámetros mientras que en la versión que se utilizó en este trabajo, sólo disminuye el intervalo correspondiente al parámetro cuya variación no permitió mejorar la calibración. Además, es lógico que desaparezcan aquellas variables cuyo valor, asignado por el usuario, definía la opción escogida en el proceso de calibración manual: INT, LARE, IRES.

Subrutina DATOS

Esta subrutina se llama desde el programa principal en la primera ins-

trucción ejecutable. En ella se leen los datos generales de la cuenca: el nombre del río junto con el tipo de estudio que se va a realizar; las fechas, día, mes y año de comienzo y fin del período coincidente de los registros de precipitación, evaporación y caudal medio diario; la superficie de la cuenca de interés, el indicador de unidad del caudal medio diario, el índice de corrección de la lluvia y de la evaporación, el índice de corrección del caudal directo.

Subrutina CALCUL

Esta subrutina permite los mismos cálculos que la subrutina del mismo nombre en la versión de calibración manual. Pero, además de lo referente al "calendario" de la simulación, este módulo, sirve para leer los arreglos que en el archivo de entrada contienen los valores de precipitación, evaporación y caudal.

Función CC(X)

Es un subprograma al igual que las subrutinas. Es el equivalente de la subrutina SICADI de la calibración manual. El interés de esta modificación radica en que se reduce el número de instrucciones necesarias para entrar a la subrutina y hacer una nueva simulación cada vez que se cambie el valor de un parámetro.

Subrutina COEFI

Gracias a esta subrutina se calcula el valor acumulado de la escorrentía diaria observada para todo el período, el valor promedio del caudal medio diario para el período de interés y el error standard. Las operaciones precedentes sirven para lograr el verdadero propósito de la subrutina, que es la estimación del coeficiente de calibración. El montar estas instrucciones como un módulo a parte tiene el objeto de reducir el tiempo de computación al evitar que se ejecuten tantas veces como se haga una simulación adicional sino únicamente cuando ya se tiene el mejor juego de parámetros.

Subrutina PLOTEO

Es idéntica a la subrutina del mismo nombre en la versión elaborada para calibración manual.

La Figura 8 ilustra a grandes rasgos los diferentes pasos de la calibración automática mediante el programa elaborado.

Entradas al Programa KEHOJ

Las entradas al programa elaborado para la calibración automática se suministran mediante un archivo estructurado para tal efecto. Dicho archivo de datos está constituido por:

1. Una información general de la cuenca que consiste en:

- El nombre del río y la especificación del tipo de estudio que se quiere realizar. "TITULO".
- La información en cuanto a fechas de inicio y fin del período coincidente de los registros de valores observados de las variables hidrológicas. "DIAI, MESI, ANOI, DIAF, MESF, ANOF".
- La superficie de la cuenca en estudio. "AREA" ;
- Los valores adecuados del indicador de unidad de la escurrentía medida, del índice de corrección de precipitación y evaporación y del índice de corrección del caudal directo. "IUNIT", "INCOP", "ICCD".

2. Una información relacionada con los parámetros de la calibración y algunas variables del modelo.

- El número de parámetros cuyo valor se va a optimizar y sus respectivos subíndices. "N", "IPAR(I)".

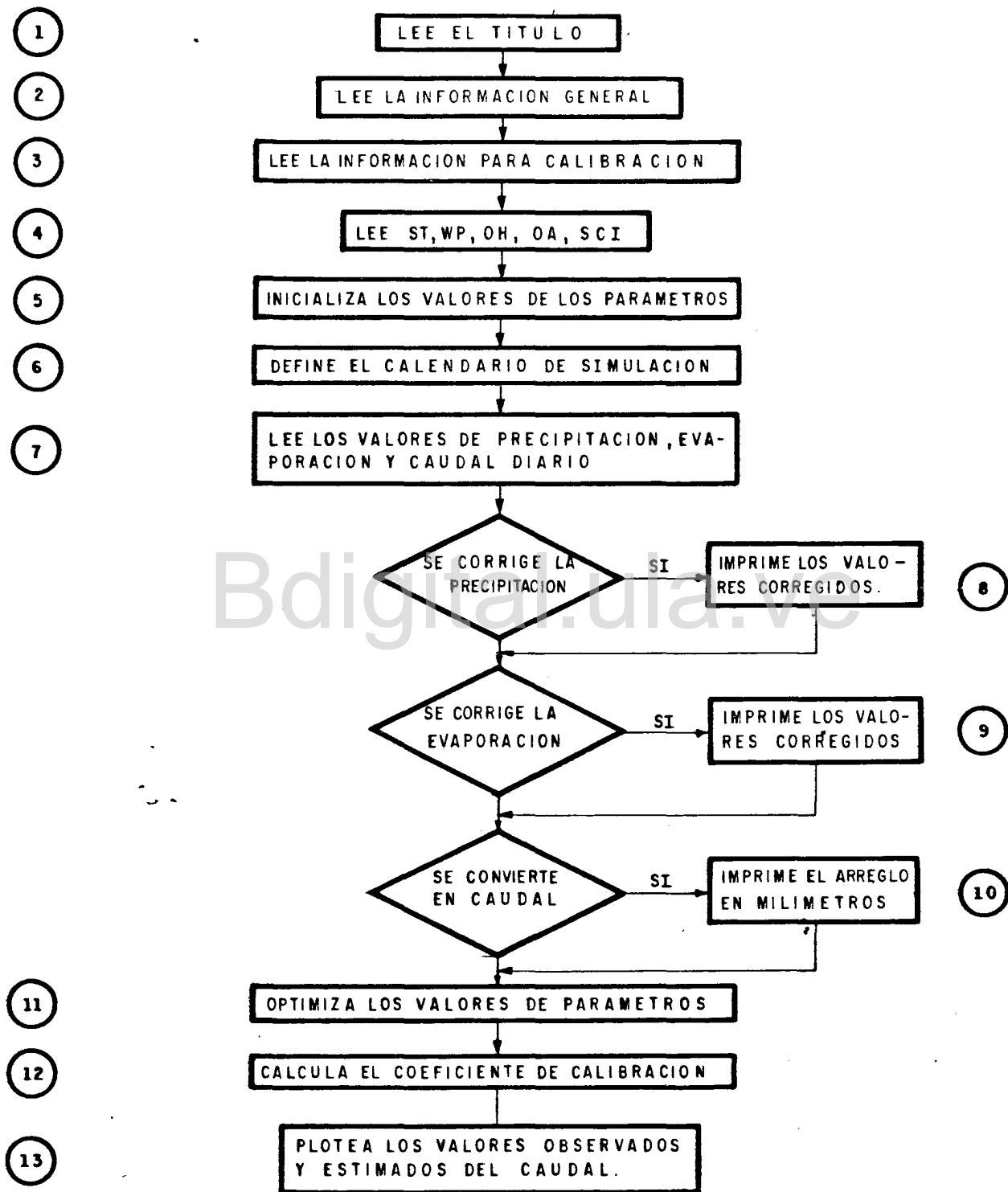


Figura 8.- Flujograma de bloques del programa elaborado para la calibración automática.

- Los valores estimados de las características fisiográficas: humedad de saturación, punto de marchitez permanente, humedad inicial del suelo, almacenamiento inicial del agua subterránea, valor inicial de la infiltración potencial. "ST", "WP", "OH", "OA", "SCI".

- Los valores de los parámetros del modelo. "PAR(I)".

- Los valores iniciales de los parámetros a calibrar, el valor inicial del intervalo de variación para cada parámetro, la tolerancia sobre la reducción del intervalo para cada parámetro, el límite inferior del rango de variación de cada parámetro y el límite superior del rango de variación de cada parámetro. "XG", "D(I)", "PQN(I)", "XI(I)", "XS(I)".

3. Las series de tiempo de las variables hidrológicas

- El arreglo de valores diarios de la precipitación medida. "PD(I)".
- El arreglo de los valores de la evaporación medida en tina. "EVD(I)".
- El arreglo de los valores de la escorrentía media diaria observada en el punto de flujo considerado. "MQD(I)".

Salidas

Los resultados finales de la calibración automática se representan de manera idéntica a los correspondientes a una simulación o a la calibración manual. El Apéndice IV-B contiene los resultados de la calibración automática de la cuenca del río Guaraque.

Opciones

En la presente versión, tres variables representan las opciones que se ofrecen al usuario, se leen como parte del archivo de entrada de datos. Son: el indicador de unidad de la escorrentía observada, el índice de corrección de

precipitación y evaporación, el índice de corrección del caudal directo o sea, "IUNIT", "INCOPI", "ICCD".

El Capítulo IX explica con detalle cómo se deben utilizar estas opciones, es decir, qué valor de cada variable corresponde al resultado que se quiere obtener.

Bdigital.ula.ve

CAPÍTULO IX

INSTRUCCIONES PARA EL USO DE LOS PROGRAMAS

En esta sección se señalan los lineamientos generales a seguir por el usuario para el correcto uso del programa de computación implementado.

El primer paso, en cualquier tipo de estudio hidrológico, es la recopilación de datos. Luego de haberse conseguido registros de valores observados de las variables hidrológicas y de las características físicas de la cuenca, se pasará a seguir los siguientes pasos:

Preparación de los datos de entrada

Selección de los registros comunes

Quando se quiere trabajar en simulación hidrológica, es imprescindible tener, para el período a simular, registros de valores de las variables cuyo comportamiento se va a estudiar. Entonces se escoge, para cada cuenca, un período de años seguidos para el cual se dispone de registros de valores medidos de lluvia, evaporación y escorrentía. Para determinar este período de registros coincidentes de las variables hidroclimáticas citadas anteriormente, se usa la técnica conocida como diagrama de barras.

Procesamiento de la información conseguida

Es casi imposible encontrar registros de datos completos y aptos para ser utilizados. Muy a menudo al revisarse los registros existentes se consiguen datos englobados y generalmente se observan lagunas, es decir, una cantidad más o menos grande de datos faltantes cuya estimación es obligatoria cuando sea necesario disponer de un registro continuo. En la literatura revisada existen varias técnicas desarrolladas con el objeto de lograr, tanto el desglobe como también la estimación de datos faltantes.

Duque (1980a) menciona, para desenglobe de datos, un método conocido como el método de la proporción normal, el cual asume que la razón entre el valor del mes considerado y el promedio mensual es constante para todos los meses e igual a la razón entre el acumulado del año considerado y la precipitación normal anual. Lo anterior dicho se puede traducir en términos matemáticos como:

$$\frac{Na}{Pa} = \frac{Ni}{Ai} \quad (9.1)$$

$$\frac{Ai}{Pacum} = \frac{Ai}{Pi} \quad (9.2)$$

donde

Na precipitación normal anual

Ni precipitación normal del mes considerado

Pa precipitación anual para el año en que aparece la acumulación

Ai precipitación del mes i

Pacum precipitación acumulada

Pi precipitación correspondiente al mes

En el Banco de Programas del CIDIAT existe un programa que permite distribuir el valor total acumulado en sus diferentes componentes, es decir, que a cada intervalo de tiempo se le asigna una parte del valor acumulado, basándose esta repartición en un estudio del comportamiento de la variable hidrológica en estudio a lo largo del período considerado. En una revisión de la formulación del programa GUANA se llegó a la conclusión de que en su desarrollo se utilizó una variante del método de la proporción normal.

Cuando por una u otra razón existen interrupciones en el registro de valores medidos, se hace necesario completar dicho registro estimando los datos faltantes. Para el cálculo de estos datos existen varios métodos de los cuales los más conocidos son:

- El promedio aritmético
- La proporción normal
- La correlación lineal
- El análisis doblemente acumulativo o curva doblemente másica.

Aunque en la actualidad el modelo acepta solamente un vector de valores de precipitación y un vector de valores de evaporación, se pueden utilizar varios puntos de medición para cada una de estas variables. Un procesamiento previo de los registros de valores coincidentes así obtenidos permitirá la estimación de valores promedios del proceso hidrológico considerado. La entrada al modelo la constituye entonces el arreglo de valores estimados.

Para determinar el valor promedio de variables hidrológicas, como la precipitación y la evaporación, existen varios métodos. Los más conocidos son:

- El método del promedio aritmético
- El método de los polígonos de Thiessen
- El método de las curvas isoyetas o del factor isoyético
- El método de la red de puntos o del promedio ponderado.

Algunos autores recomiendan que se haga, como paso previo a la utilización del registro completado, un análisis de consistencia y homogeneidad de los datos y una prueba de confiabilidad de los mismos.

Duque (1980a) recomienda, en el caso de utilizarse como herramienta la curva doblemente másica, seguir la tendencia de la recta correspondiente al período más antiguo y corregir los datos más recientes, tramo después del punto de quiebre, utilizando una fórmula basada en la relación de las pendientes.

Pero, cuál es el criterio para ajustar los datos del segundo tramo a la tendencia antigua?. Se puede decir sin riesgo a equivocarse, que siempre se debe aceptar como patrón el período más antiguo?.

La decisión a tomar siempre será función del caso en estudio, de la historia de la estación de medición considerada y nunca se apoyará ciegamente en una norma sin considerar el caso específico. Un requisito indispensable será entonces el poder disponer de la historia completa de la estación de medición considerada ya que la corrección debe hacerse solamente en aquellos casos en los cuales la causa del cambio en la tendencia está plenamente identificada y proviene de interferencia del hombre o de otros objetos con la estación de medición.

Estimación de la evaporación en ausencia de datos medidos

En general, la información de evaporación se publica como valores medios diarios o mensuales. En el caso de que no se pueda disponer de esta información, se pueden utilizar resultados de estudios anteriores que hayan demostrado que se pueden adoptar promedios de áreas vecinas o, estimarse los promedios para el área de interés en base a la precipitación, la temperatura media y la altitud. Estudiando un gran número de estaciones de evaporación de tina en Venezuela, Christiansen (1971) citado por Rojas (1979) obtuvo una relación que permite estimar la evaporación a partir de la precipitación media anual y la altitud.

$$EVPA = CPMA * EVPL \quad (9.3)$$

en donde

EVPA evaporación de tina de tipo A estimada; se expresa en milímetros por año.

$$CPMA = 1.22 - 0.22 * PMA / 1200 \quad (9.4)$$

$$EVPL = 2340 - 650 * EL / 1000 + 60 * (EL / 1000)^2 \quad (9.5)$$

El elevación en metros sobre el nivel del mar o altitud.

PMA precipitación media anual

La evaporación mensual se consigue utilizando los porcentajes respecto al valor anual de la evaporación mensual en estaciones vecinas.

Esta relación es válida en zonas con altitud superior a 400 metros para altitudes menores, se recomienda utilizar la información de áreas vecinas o de áreas con características climáticas parecidas.

Un análisis de las estaciones de la zona del Alto Apure (CIDIAT - CORPOANDES, 1971) dió una relación un tanto parecida a la Christiansen:

$$EVAC = 1600 * CE * CPMA \quad (9.6)$$

con

$$CE = 1.19 - 19 * EL / 1000 \quad (9.7)$$

$$CPMA = 1.09 - 0.09 * PMA / 1000 \quad (9.8)$$

siendo

EL la elevación en metros sobre el nivel del mar

PMA la precipitación media anual

CE un coeficiente de evaporación y

CPMA un coeficiente de precipitación media anual

La correlación da buenos resultados sólo para las estaciones ubicadas sobre los 300 metros de elevación. Se recomienda en caso de zonas con menor elevación utilizar la información de evaporación de estaciones de áreas vecinas o de áreas con características climáticas similares.

En el presente trabajo, se utilizó la ecuación obtenida en el estudio de la zona alta del Apure para estimar la evaporación en caso de no contar con una estación de medición.

Datos de entrada: su formato y unidades

Para la calibración manual, la información a ser procesada se suministra a la computadora de dos maneras distintas:

1. Un archivo constituido por las entradas constantes al modelo como son:

- Un arreglo alfanumérico, TITULO, pudiendo ser cualquier comentario que identifique el trabajo que se propone llevar a cabo y la cuenca en estudio. Sin unidad. Tiene un formato de A60.

- La información indicando las fechas (día, mes y año) de inicio (DIAI MESI, ANOI) y fin (DIAF, MESF y ANOF) del período común de los registros. Sin unidad. Esta tarjeta contiene 6 valores con un formato I10 cada uno.

- El valor estimado de la humedad de saturación, ST, expresado en milímetros con un formato F8.3.

- La superficie de la cuenca, AREA, expresada en kilómetros cuadrados y con un formato F10.2.

- Un arreglo de valores de la lluvia diaria, PD(), expresada en milímetros y con formato 10F8.2, es decir que se ponen de a diez valores por líneas, ocupando cada valor un campo de 8 dígitos y aceptando dos decimales.

- Un arreglo de valores de la evaporación diaria, EVD(), expresada en milímetros y con formato 10F8.2.

- Un arreglo de valores de la escorrentía diaria, MQD(), expresada en milímetros (lámina de agua), en m/seg o en l/seg (caudal) ya que una opción del programa de computación permite la conversión a lámina pudiéndose comparar con los valores estimados por el modelo que vienen expresados en milímetros. - Los valores de este arreglo también se ubican de a 10 por línea, obedeciendo a un formato de F10.2.

2. Una información adicional suministrada directamente por pantalla la cual está constituido por:

- El juego de valores iniciales de los parámetros
- La elección de las diferentes opciones del programa de computación tanto en cuanto a la información general de la cuenca así como para el proceso de calibración manual.
- La información correspondiente al parámetro a optimizar es decir: su valor inicial, el incremento positivo o negativo, el número de veces que se ha rá el cambio o número máximo de iteraciones.

El instructivo de entrada correspondiente al archivo de datos preparado para la calibración manual se encuentra en la Tabla 7. La Tabla 8 muestra la organización de las tarjetas de dicho archivo.

Quando se usa la versión del programa que contiene el algoritmo de Hooke-Jeeves utilizado para la calibración automática, habrá que modificar el archivo de datos ya que dicha versión requiere de entradas suplementarias tales como valores límites de los parámetros a calibrar, el número de parámetros que se quiere calibrar, el incremento mínimo para cada parámetro y el rango de variación. Además, se suministran también los valores iniciales de los parámetros mediante una tarjeta adicional del archivo de entrada. A continuación la estructura del archivo de entrada modificado.

- El TITULO
- DIAI, MESI y ANOI; DIAF, MESF y ANOF
- El AREA de la cuenca considerada.
- Un indicador de unidades de la esorrentía diaria observada IUNIT, un índice de corrección para la precipitación y de la evaporación INCOP, un índice de corrección del caudal directo ICCD. En esta tarjeta se ponen las variables con un formato 315.

Tabla 7 Datos de entrada para la calibración manual

Tarjeta	Variable	Descripción	Unidad
1	TITULO	Nombre de la cuenca y cualquier otro comentario	
2	DIAI	Día de inicio del registro común	
	MESI	Mes de inicio del registro común	
	ANOI	Año de inicio del registro común	
	DIAF	Día final del registro común	
	MESF	Mes final del registro común	
	ANOF	Año final del registro común	
3	AREA	Area de la cuenca	km
	ST	Humedad de saturación	mm
4	PD(J)	Precipitación del día J-1	mm
5	EVD(J)	Evaporación de tina del día J-1	mm
6	MQD(J)	Caudal medio del día J-1	l/seg m/seg mm

Las tarjetas 4, 5 y 6 se repiten

Tabla 8 Instructivo de organización de tarjetas para el programa de calibración manual

 BANCO DE PROGRAMAS			PROGRAMA: KEROJ (calibración manual)	
T A R J E T A N O			CODIGO: Tabla 8	FECHA:
1	VARIABLE Formato Valor	10 X 7 H CUENCA TITULO A60		
2	VARIABLE Formato Valor	DIAI MESI ANOI DIAF MESF ANOF I10 I10 I10 I10 I10 I10		
3	VARIABLE Formato Valor	ST AREA F8.3 F10.2		
4	VARIABLE Formato Valor	PD(I) I=1,NDTOT F8.2 F8.2 F8.2 F8.2 F8.2 F8.2 F8.2 F8.2		
5	VARIABLE Formato Valor	EVD(I) I=1NDTOT F8.2 F8.2 F8.2 F8.2 F8.2 F8.2 F8.2 F8.2		
6	VARIABLE Formato Valor	MQD(I) I=1,NDTOT F8.2 F8.2 F8.2 F8.2 F8.2 F8.2 F8.2 F8.2		
	VARIABLE Formato Valor			
	VARIABLE Formato Valor			

NOTA: Las tarjetas 4, 5 y 6 se repiten

- El número de parámetros que se quiere calibrar, N, y los correspondientes subíndices de dichos parámetros, IPAR(). La tarjeta está compuesta de N+1 valores con un formato de 10I5.

- ST, WP, OH, OA, SCI; valores estimados de la humedad de saturación, del punto de marchitez permanente, del almacenamiento de humedad del suelo inicial, del almacenamiento inicial del agua subterránea y de la infiltración potencial inicial.

- Valores iniciales de los parámetros del modelo, PAR(), con formato 5F10.4.

- Un arreglo de un conjunto de cinco valores los cuales representan: el valor inicial de un parámetro que se quiere calibrar, el valor mínimo del intervalo de variación de este parámetro, el intervalo correspondiente al salto del movimiento exploratorio del algoritmo de Hooke-Jeeves, los límites inferior y superior del rango de variación del parámetro: XG(), PQN(), D(), XI(), XS(), con formato 5F10.4.

- El arreglo de los valores de la precipitación, PD().

- El arreglo de los valores de la evaporación, EVD().

- El arreglo de los valores de la escorrentía media diaria medida, MQD().

Las tres últimas tarjetas son idénticas a las últimas del archivo de entrada construido para la calibración manual.

El instructivo de entrada para esta versión se encuentra en la Tabla 9 y la Tabla 10 muestra la organización de tarjetas en el archivo de entrada elaborado para la calibración automática.

Tabla 9 Datos de entrada para la calibración automática

Tarjeta	Variable	Descripción	Unidad
1	TITULO	Nombre de la cuenca y cualquier otro comentario	
	DIAI	Día de inicio del registro común	
	MESI	Mes de inicio del registro común	
	ANOI	Año de inicio del registro común	
2	DIAF	Día final del registro común	
	MESF	Mes final del registro común	
	ANOF	Año final del registro común	
3	AREA	Area de la cuenca.	km
	IUNIT	Indice de unidad en la cual viene expresada la escorrentía.	
4	INCOP	Indice de corrección de precipitación y evaporación.	
	ICCD	Indice de corrección del caudal directo	
5	N	Número de parámetros a ser calibrados	
	IPAR(I)	Subíndice del parámetro de orden I a ser calibrado.	
6	PAR(I)	Valores iniciales de los parámetros del modelo.	
	XG(I)	Valor inicial del parámetro cuyo subíndice es I	
	D(I)	Valor del incremento del I-avo parámetro	
7	PQN(I)	Valor de chequeo; cuando todos los D son menores que los PQN, se para la calibración.	
	XI(I)	Valor mínimo del rango de variación del I-avo parámetro.	
	XS(I)	Máximo valor del rango de variación del I-avo parámetro.	
8	PD(J)	Precipitación del día J-1	mm
9	EVD(J)	Evaporación de tina del día J-1	mm
10	MQD(J)	Caudal medio del día J-1	l/seg m/seg mm

Las tarjetas 7, 8, 9 y 10 se repiten

Tabla 10 Instructivo de organización de tarjetas para el programa de calibración automática

T A R J E T A		C I D I N T CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO INTEGRAL DE AGUAS Y TIERRAS		PROGRAMA: KEH0J (calibración automática)	
Nº		BANCO DE PROGRAMAS		CODIGO: Tabla 10	FECHA:
1	VARIABLE	10 X	7 H		
	Formato				
	Valor				
2	VARIABLE	DIAM	MESI	ANOI	DIAM
	Formato	I10	I10	I10	I10
	Valor				
3	VARIABLE	AREA			
	Formato	F10.2			
	Valor				
4	VARIABLE	IUNIT	INCOP	ICCD	
	Formato	I5	I5	I5	
	Valor				
5	VARIABLE	N	IPAR(I)	I=1,N	
	Formato	I5	I5	I5	I5
	Valor				
6	VARIABLE	ST	WP	OH	SCI
	Formato	F10.4	F10.4	F10.4	F10.4
	Valor				
7	VARIABLE	PAR(I)	I = 1,10		
	Formato	F10.4	F10.4	F10.4	F10.4
	Valor				
8	VARIABLE	XG(I)	PQN(I)	D(I)	XI(I)
	Formato	F10.4	F10.4	F10.4	F10.4
	Valor				

T A R J E T A	Nº	 CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO INTEGRAL DE AGUAS Y TIERRAS		PROGRAMA: (Tabla 5: continuación)	
		BANCO DE PROGRAMAS		CODIGO: Tabla 10 (continuac.)	FECHA:
9	VARIABLE	PD(I)	I = 1, NDTOT		
	Formato	F8.2	F8.2	F8.2	F8.2
	Valor				
10	VARIABLE	EVD(I)	I = 1, NDTOT		
	Formato	F8.2	F8.2	F8.2	F8.2
	Valor				
11	VARIABLE	MQD(I)	I = 1, NDTOT		
	Formato	F8.2	F8.2	F8.2	F8.2
	Valor				
	VARIABLE				
	Formato				
	Valor				
	VARIABLE				
	Formato				
	Valor				
	VARIABLE				
	Formato				
	Valor				
	VARIABLE				
	Formato				
	Valor				
	VARIABLE				
	Formato				
	Valor				
	VARIABLE				
	Formato				
	Valor				
	VARIABLE				
	Formato				
	Valor				

NOTA: Las tarjetas 7, 9, 10 y 11 se repiten. La tarjeta 8 se repite sólo si N ≠ 1

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

Elección de las diferentes opciones

Los diferentes valores que pueden ser asignados a las variables IUNIT, INCOP e ICCD constituyen las opciones que el programa de computación elaborado para calibración automática ofrece al usuario.

IUNIT, el indicador de la unidad en la cual se expresa el flujo medio diario en el punto de medición vale:

- 0 si la lámina escurrida se expresa en milímetros
- 1 si el caudal observado viene expresado en m^3/seg
- 2 si el caudal se expresa en l/seg

INCOP, índice de corrección de la precipitación y de la evaporación, vale:

- 0 si no se va a corregir la precipitación ni la evaporación.
- 1 cuando el propósito es el de corregir sólo la precipitación
- 2 cuando se corrigen los datos de precipitación y de evaporación.

ICCD, índice de corrección del caudal directo, vale:

- 0 si no se va a corregir
- 1 cuando se quiere corregir el caudal directo ;

En el proceso de calibración manual, existen otras opciones entre las cuales el usuario tiene que escoger; a continuación las variables que representan esas opciones y los diferentes valores que pueden tomar:

Por orden de entrada, se suministra al programa KER0J los correspondientes valores de LARE, INT, PAR, DX, NI.

LARE es una variable alfanumérica que dice al programa si el usuario

quiere seguir cambiando el valor de algún parámetro o si decide que es aceptable la calibración obtenida, o simplemente si el usuario decide parar el proceso de calibración. LARE valdrá:

- SI cuando se va a seguir cambiando los valores de los parámetros
- NO cuando por una razón u otra el usuario quiere discontinuar la calibración.

Cuando el valor de LARE es SI, hay que suministrar al programa la información relativa al parámetro cuyo valor se quiere cambiar, "PAR", su valor inicial, "VI", el incremento o decremento que es el intervalo de variación de dicho parámetro.

Prueba de Sensibilidad

El resultado de la prueba de sensibilidad de un modelo a las variaciones de sus parámetros es de sumo interés en el proceso de calibración manual. En efecto, es una herramienta muy utilizada, en cuanto que permite identificar los parámetros cuya variación produce la respuesta deseada y, cuál debe ser el sentido de dicha variación.

A continuación, los resultados del análisis de sensibilidad del modelo modificando sus diferentes parámetros:

Sensibilidad del modelo al parámetro RM

De la Figura 9, se deduce que la lámina total escurrida simulada varía en forma inversa a RM. Una recta ajustando los puntos ploteados tendría una pendiente de 57.14 %.

La lámina máxima estimada presenta un mínimo en su variación cuando aumenta el valor de RM.

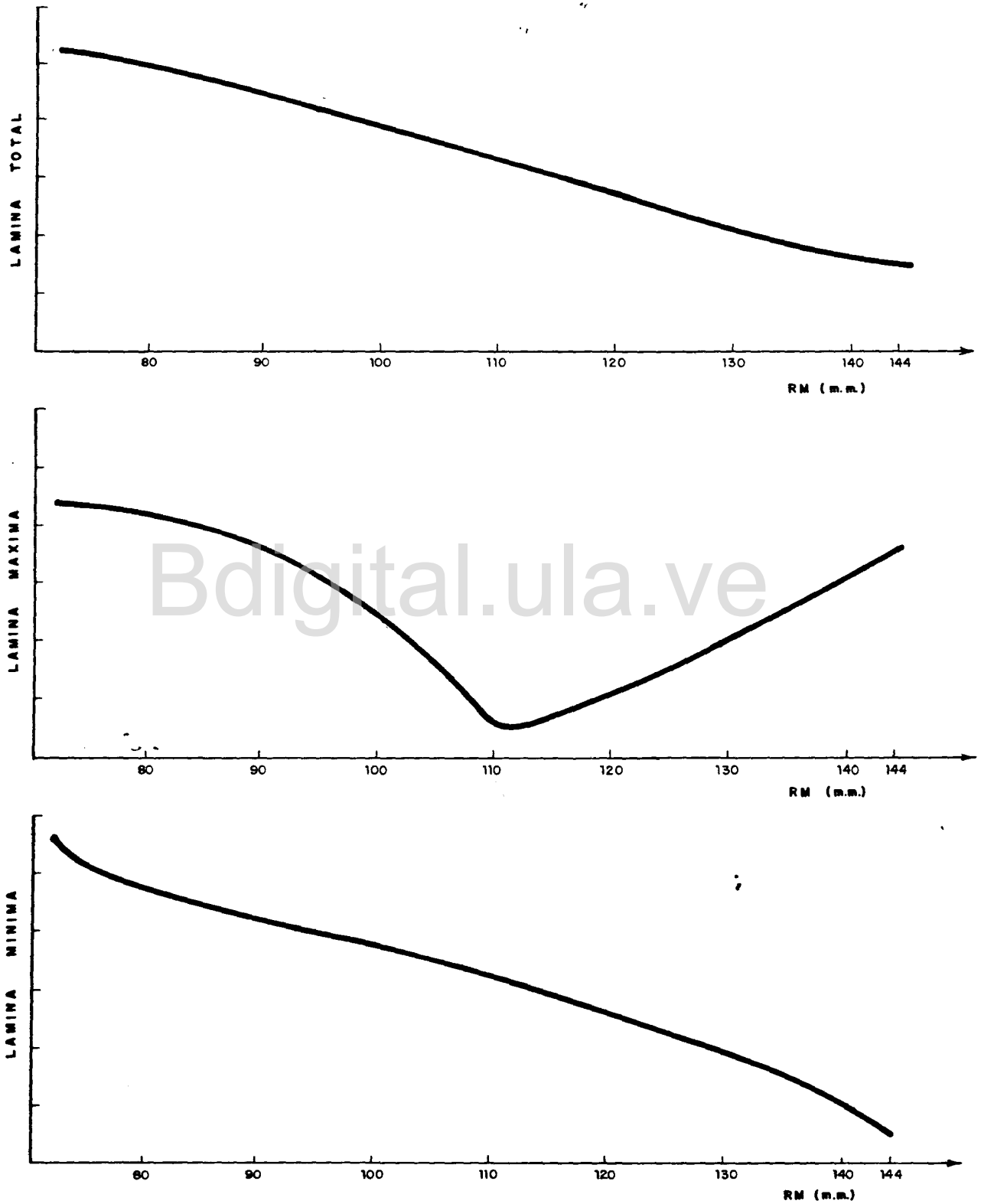


Figura 9. Variaciones con RM de la lámina total simulada, de la máxima lámina simulada y de la lámina mínima simulada.

Se puede observar que la lámina mínima escurrida disminuye a medida que incrementa RM. Los puntos ploteados, en este caso muestran tres tendencias: los primeros se ajustan a una curva, a continuación viene un tramo de recta y los últimos puntos se ajustan a una curva cuyo radio de curvatura es mayor que el de la primera.

Sensibilidad del modelo al parámetro S1

Según la Figura 10, se tiene una brusca disminución de la lámina total cuando aumenta el valor de S1. Se observa una variación lineal hasta un punto a partir del cual los cambios de S1 ya no afectan la cantidad total escurrida. Se nota un comportamiento similar en la variación de la lámina máxima estimada.

El valor mínimo del caudal base en este caso, no depende de S1.

Sensibilidad del modelo al parámetro FI

La Figura 11 muestra un ajuste de los puntos a una curva para representar la variación de la lámina total escurrida cuando incrementa el valor de FI.

El máximo valor de la lámina diaria simulada por el modelo varía en forma lineal y en el mismo sentido que FI.

La variación de la lámina mínima escurrida respecto a FI se ajusta a una curva con tendencia a estabilizarse en un valor, haciéndose paralela al eje de FI.

Sensibilidad del modelo al parámetro FL

Para este parámetro, según la Figura 12, se tiene que al aumentar su valor, se produce un incremento de la lámina total simulada. Los puntos que representan esta variación se ajustan a una curva suave hasta un punto a par -

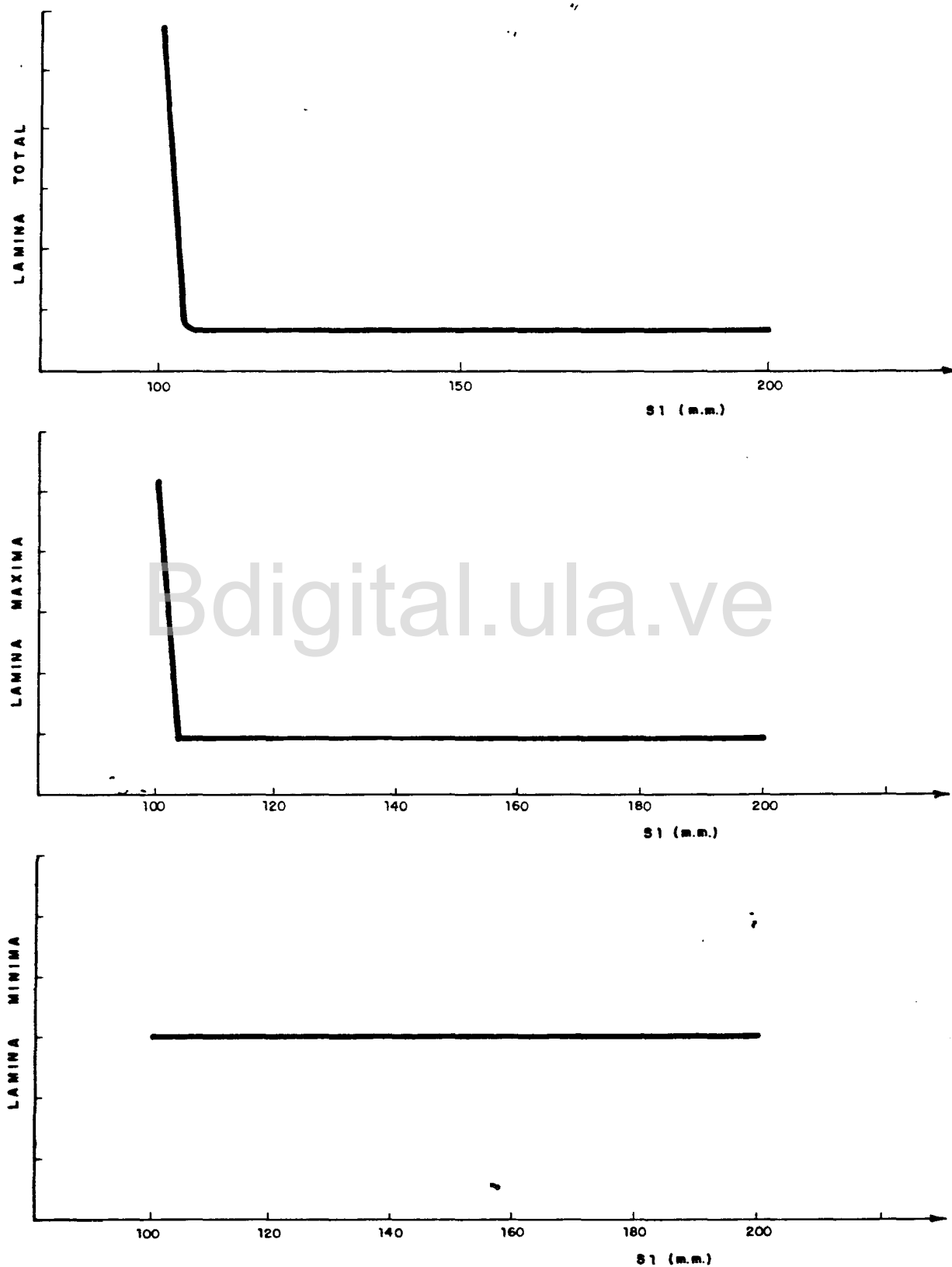


Figura 10 Variaciones con S1 de la lámina total simulada, de la máxima lámina simulada y de la lámina mínima simulada.

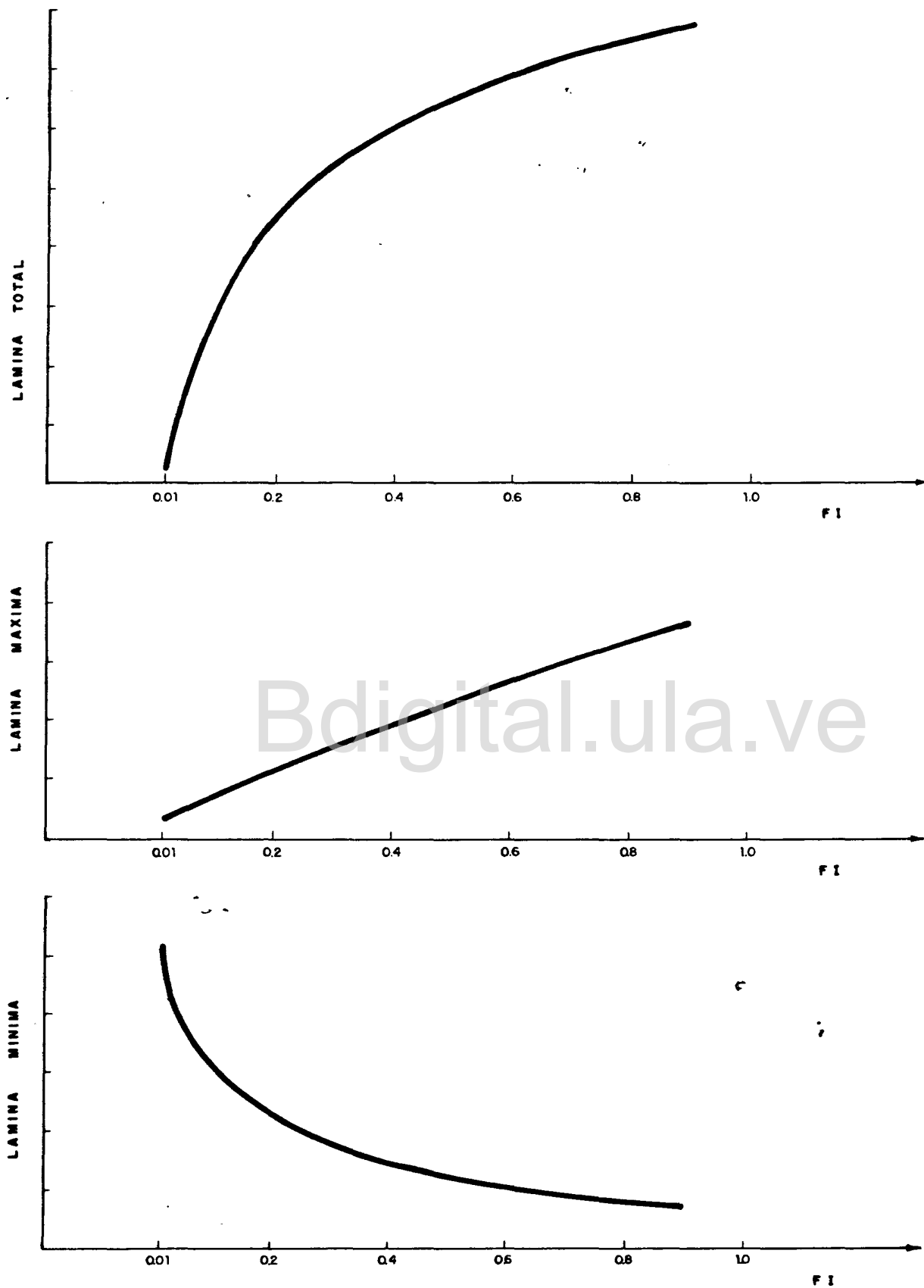


Figura 11. Variaciones con FI de la lámina total simulada, de la máxima lámina simulada y de la lámina mínima simulada.

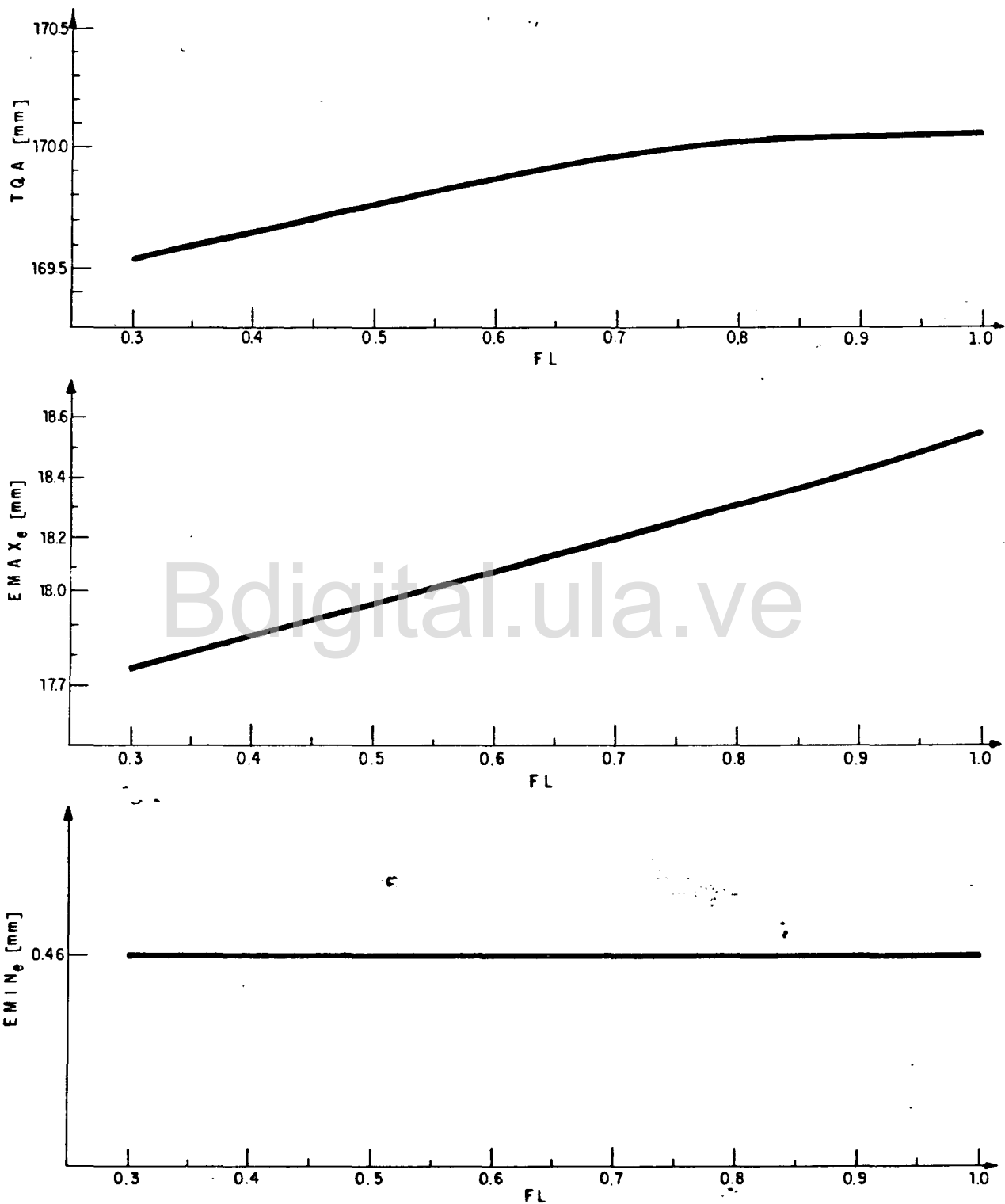


Figura 12.- Variaciones con FL de lámina total simulada, de la máxima lámina simulada y de la lámina mínima simulada

tir del cual la esorrentía total se estabiliza.

El valor máximo de la lámina diaria escurrida incrementa al aumentarse el valor de FL, se observa un ajuste a una recta cuya pendiente es 113.04%.

Las variaciones del parámetro FL no afectan la lámina mínima simulada.

Sensibilidad del modelo al parámetro FE

Tal como lo muestra la Figura 13 el valor total de la lámina escurrida disminuye a medida que incrementa el valor de FE. Se puede decir que los puntos plotados se ajustan a una recta cuya pendiente es 8000 % hasta un punto a partir del cual el ajuste se hace con otra recta de pendiente igual a 6000 %.

La lámina máxima varía en el sentido inverso a FE ajustándose los puntos plotados a tramos de rectas cuyas pendientes son más suaves a medida que va incrementando el valor de FE.

El valor mínimo de la lámina simulada disminuye cuando aumenta FE, y los puntos graficados se ajustan a una curva cóncava.

Sensibilidad del modelo al parámetro NX

La lámina total escurrida y el máximo valor de la lámina diaria varían en forma similar cuando aumenta el parámetro NX. Se observa un incremento rápido al principio, para después irse reduciendo el incremento relativo a medida que crece NX.

El comportamiento de la lámina mínima respecto a la variación de NX presenta bastante similitud; sin embargo, presenta una diferencia en vista de que tiende a estabilizarse en un valor.

Los resultados del análisis de sensibilidad para NX se encuentran graficados en la Figura 14.

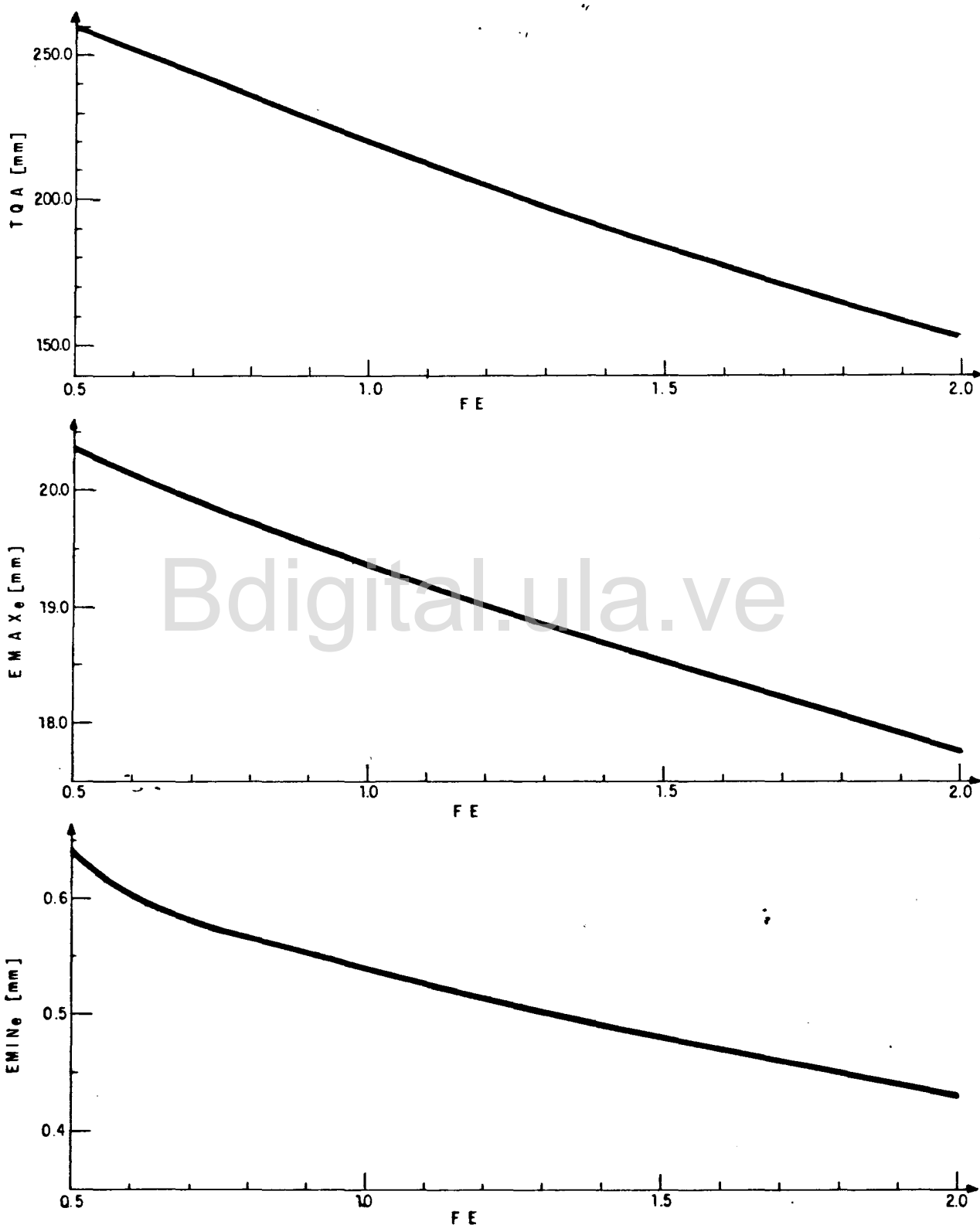


Figura 13. - Variaciones con FE de la lámina total simulada, de la máxima lámina simulada y de la lámina mínima simulada.

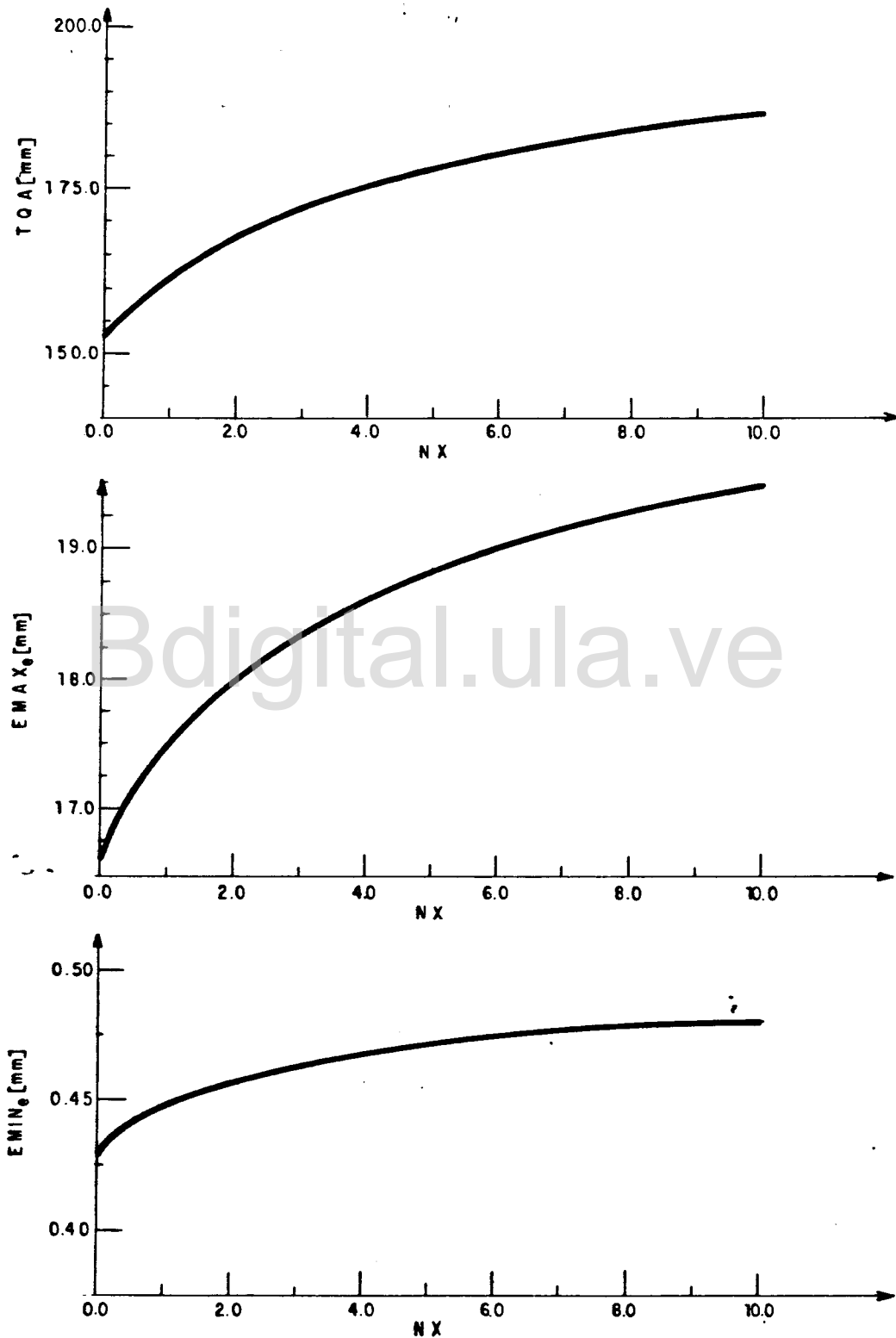


Figura 14.- Variaciones con NX de la lámina total simulada, de la máxima lámina simulada y de la lámina mínima simulada.

Sensibilidad del modelo al parámetro FD

De la Figura 15, se deduce que la cantidad total escurrida varía en el sentido inverso al parámetro FD, ajustándose los puntos ploteados a una curva. Cuando FD se aproxima al límite superior de su rango de variación, el valor de la lámina total tiende a un límite inferior.

Los puntos que representan la variación de la lámina máxima respecto al parámetro FD se ajustan a una recta con pendiente igual a 202.02%.

El valor mínimo de la lámina diaria simulada por el modelo varía en el mismo sentido que FD; una curva ajusta los puntos graficados.

Sensibilidad del modelo al parámetro FB

Según la Figura 16, se tiene que un incremento relativamente pequeño de FB produce al principio un brusco aumento del valor total escurrido. Esta variación se hace más moderada a medida que aumenta el valor de dicho parámetro.

El máximo valor de la escorrentía diaria varía en el mismo sentido que FB, ajustándose los puntos graficados a una recta cuya pendiente es 2000%.

La variación del mínimo valor de la lámina diaria escurrida respecto al parámetro FB presenta un máximo.

Sensibilidad del modelo al parámetro FSE

Para este parámetro, tal como lo muestra la Figura 17, se tiene que mientras crece su valor, disminuye la lámina total escurrida, el valor máximo de la lámina diaria y el valor mínimo del flujo base. La variación para la lámina total y la lámina mínima se hace de forma brusca para valores pequeños de FSE y menos brusca a medida que incrementa su valor. La variación del máximo, es para cualquier FSE, relativamente moderada.

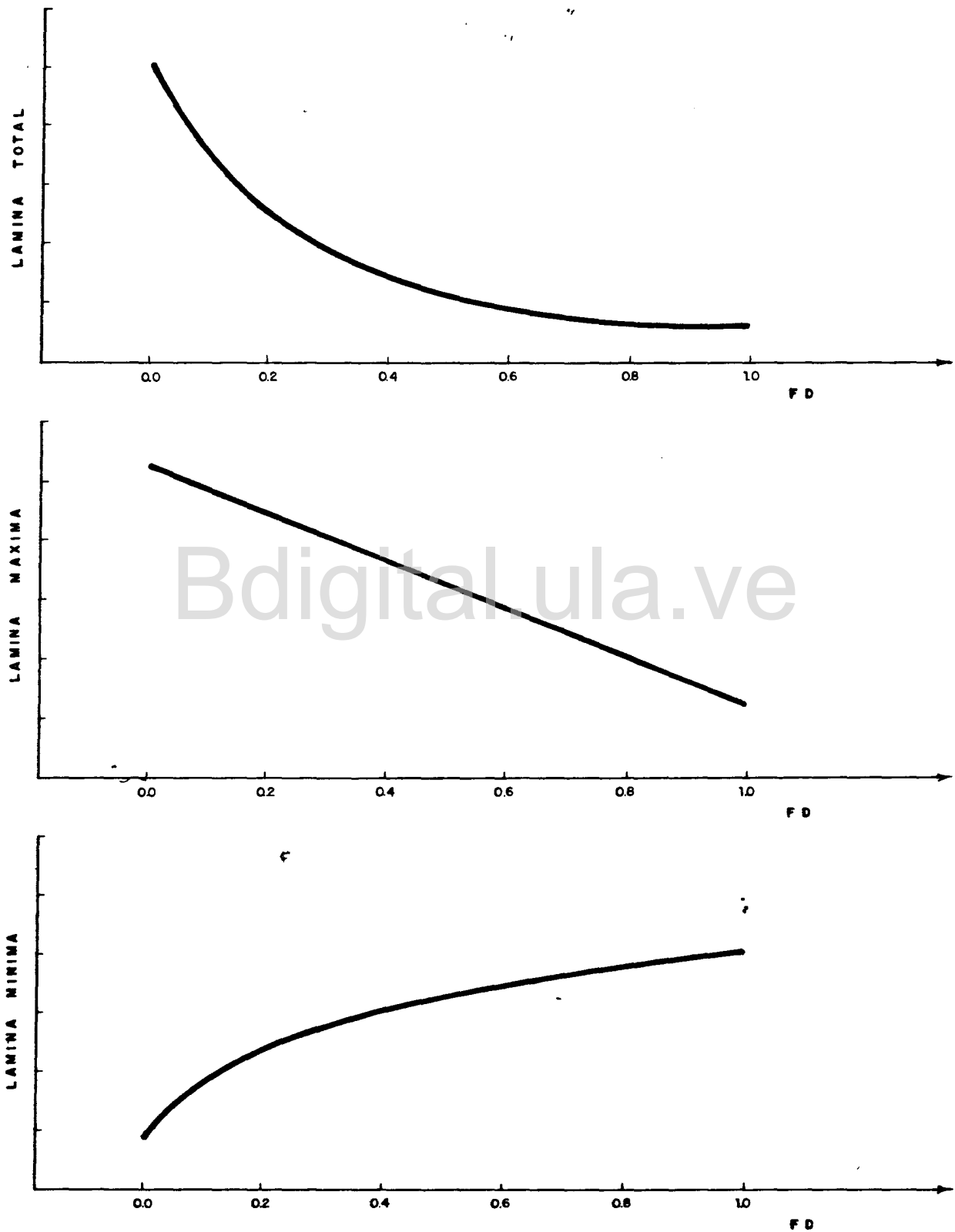


Figura 15. Variaciones con FD de la lámina total simulada, de la máxima lámina simulada y de la lámina mínima simulada.

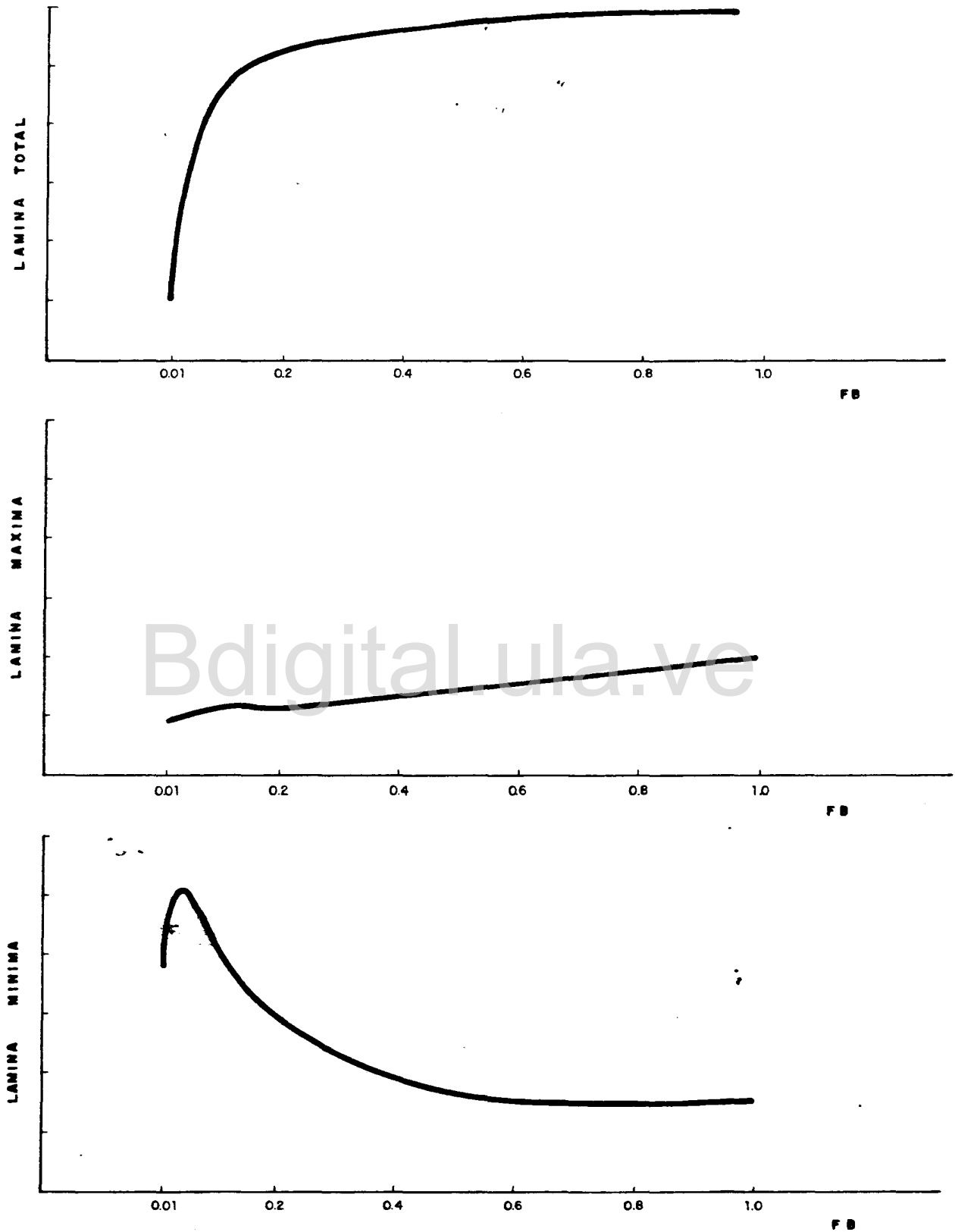


Figura 16. Variaciones con FB de la lámina total simulada, de la máxima lámina simulada y de la mínima lámina simulada.

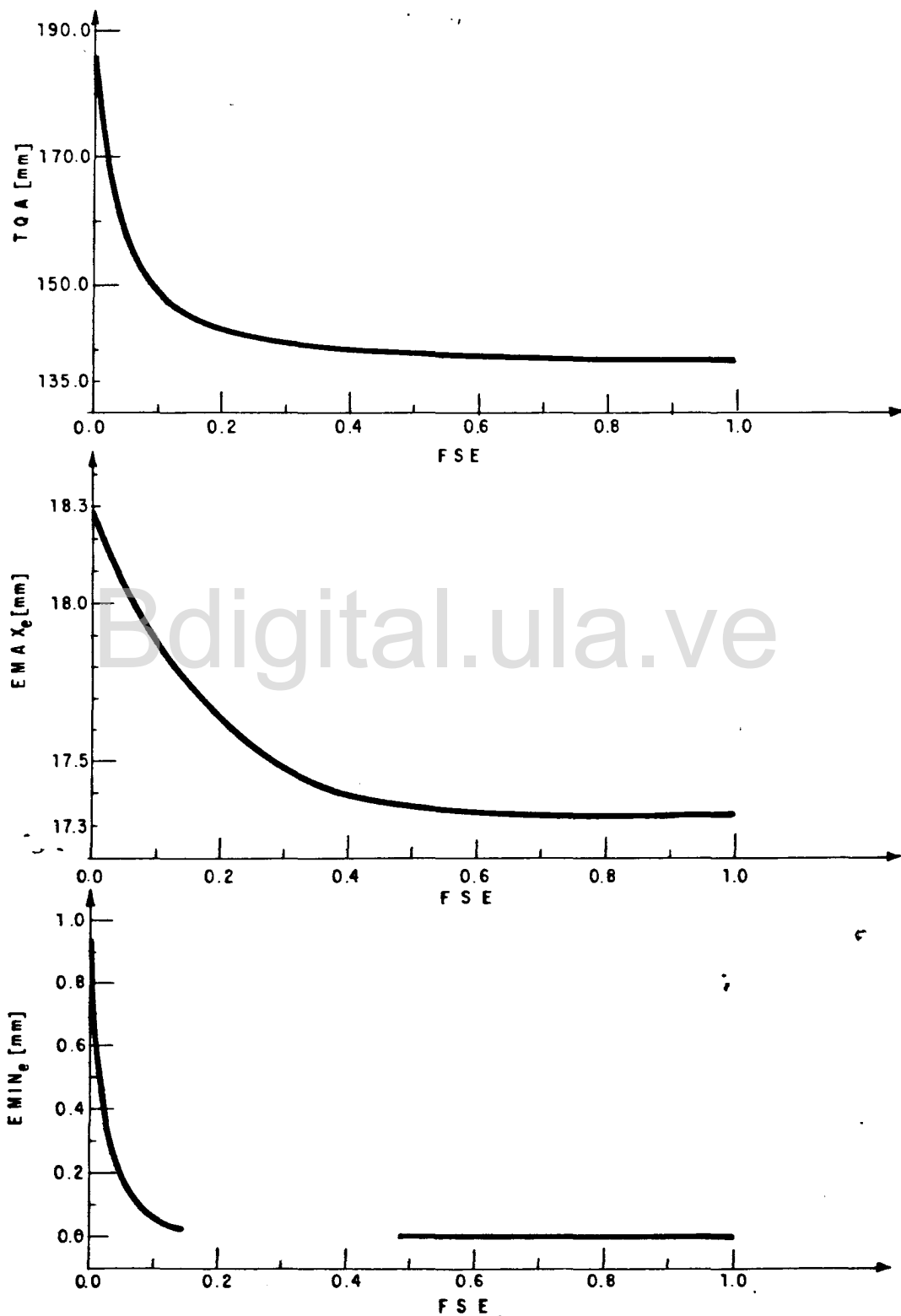


Figura 17.- Variaciones con FSE de la lámina total simulada, de la máxima lámina simulada y de la lámina mínima simulada.

CAPITULO X

REGIONALIZACION DE PARAMETROS

Generación en subcuencas

Una aplicación de interés del modelo es la posibilidad de estimar caudales en un punto que no sea el punto de flujo correspondiente a la estación de hidrometría. Esto se lograría haciéndole pequeños cambios al programa de computación elaborado. Dichas modificaciones se harían con el objeto de asimilar la cuenca a un sistema de subcuencas y secuenciar entonces los cálculos por subcuenca. El programa debería contar con unos índices que identificasen los tributarios para cada subcuenca. Habiendo sido el modelo diseñado para cuencas cuyo tiempo de concentración es inferior a un día, se puede admitir como válida la hipótesis según la cual el agua que pasa por cualquier punto del río en un día llega a la salida de la cuenca en este mismo día. Entonces, es posible estimar el caudal diario de una subcuenca, sumando al caudal estimado para su área de drenaje, los estimados para sus tributarios.

Al calibrar el modelo para el área total, se contaría con una valiosa información consistiendo en caudales medios diarios estimados para todas las subcuencas.

Si la generación de registro en subcuencas es posible, a partir de la calibración de la hoya de un río cuando sólo existe un punto de medición a la salida de ésta, es aún más factible si se dispone de varios puntos de flujo. En efecto, éstos se convierten en puntos de chequeo, reduciéndose la posibilidad de que los resultados de la calibración se aparten mucho de la realidad. En el caso de las subcuencas cuya salida coincide con un punto de medición de caudal, el interés ya no es la generación de registro de datos; en algunos casos, podría ser la estimación de los parámetros del modelo.

Generación en cuencas sin datos

Estimación de los parámetros

Siempre que haya una manera de estimar los parámetros de un modelo de simulación hidrológica, existe una herramienta útil para la planificación de los recursos ya que permite disponer de una información básica en cuencas sin registros de esorrentía.

El presente trabajo propone una metodología de tres etapas para la estimación de los parámetros del modelo de Rojas.

En la primera etapa, se estiman, para diferentes cuencas de Venezuela, valores de sus características fisiográficas. En base a las características de suelo y cobertura vegetal, se calculan algunas variables del modelo de Rojas que no son verdaderos parámetros y que pueden ser estimados sin que sea por calibración del modelo.

La segunda etapa es de calibración del modelo para las cuencas seleccionadas. Se llevó a cabo de acuerdo a la metodología expuesta en el Capítulo VII.

En la última etapa, se trata de correlacionar los parámetros estimados por calibración con los valores de los factores fisiográficos de las cuencas.

Características fisiográficas a estimar

Las características fisiográficas que se considera tienen mayor influencia sobre la esorrentía diaria y que se estiman para cada una de las cuencas elegidas son:

- El área, definida como la proyección horizontal de la superficie que contribuye con su escurrimiento superficial al cauce del río, considerada como un factor muy importante que influye la esorrentía.

- La densidad de drenaje que se define como la longitud de cauce por unidad de área. Es una medida lineal que permite comparar las características topográficas de dos cuencas. En general, a un valor menor de la densidad de drenaje corresponde una cuenca de relieves menores donde los materiales del suelo son, o muy resistentes, o altamente permeables.

- La pendiente media del terreno es definida como la longitud total de las curvas de nivel dentro de la cuenca multiplicado por el intervalo existente entre ellas y dividido por el área de la cuenca es una característica de gran importancia para el presente estudio ya que se espera pueda constituir un índice que defina la compleja relación entre la infiltración, el flujo subsuperficial, el flujo base y la escorrentía.

- La pendiente del cauce es otra característica fisiográfica que afecta la escorrentía total en cuanto a su distribución en el tiempo. Además influye en la contribución del agua infiltrada, sea en forma de flujo subsuperficial o de flujo base, a la escorrentía superficial.

- La longitud del colector principal también es una característica fisiográfica que influye en la intersección de los flujos hipodérmico y/o subsuperficial con el cauce.

- El suelo es un elemento importante que provee una información valiosa en cuanto se considera uno de los factores que influyen sobre la respuesta de una cuenca a las entradas climáticas.

El presente estudio propone una herramienta para llegar a índices cuantificados que definan al suelo de una cuenca y permitan obtener una correlación sin tener que recurrir a técnicas sofisticadas las cuales aceptan series expresadas de manera cualitativa. Para este propósito, se escogieron tres propiedades físicas relacionadas con la clase textural de un suelo, la relación de arena, la densidad aparente y el contenido de humedad después de 24 horas de drenaje natural. Estas características fueron utilizadas por Rojas (1984a) con buenos resultados.

En la Tabla 11, aparecen los valores de la relación de arena, de la densidad aparente y del contenido de humedad después de 24 horas de drenaje natural para diferentes texturas. Se estimaron además, promedios para las clases hidrológicas.

- La cobertura vegetal, factor determinante de la capacidad de infiltración por ejemplo, puede constituir una información básica que permita intuir una diferencia en el comportamiento hidrológico de dos cuencas con suelos parecidos. Al igual que el suelo, es difícil llegar a un valor cuantificado de la cobertura vegetal. Se clasificó la cobertura según su influencia sobre la infiltración y le fue asignado un número de orden que mientras mayor es, menor será la oportunidad de infiltración que ofrece.

La Tabla 12 muestra los valores del número de orden asignado a cada tipo de vegetación y para diferentes densidades de cobertura. Los cálculos del número de orden representativo para cada una de las cuencas se presentan tabulados en la Tabla 13.

En la Tabla 14 se muestra valores estimados de los factores fisiográficos de las cuencas seleccionadas para el estudio. En la Tabla 15 se muestran las interrelaciones esperadas entre los parámetros y los factores fisiográficos.

A partir de las características fisiográficas, y de datos hidrológicos, se estimaron valores de la retención máxima, del punto de marchitez permanente, de la humedad inicial del suelo, del coeficiente de recesión del agua subterránea, del almacenamiento subterráneo inicial, de la capacidad máxima de infiltración y del valor inicial de dicha capacidad. La Tabla 16 es el resumen de los valores estimados de estas variables en base a los factores fisiográficos.

Tabla 11 Parámetros típicos de la textura del suelo. (Tomado de Rojas, 1984b).

Textura	Clase H.	RELA	DENSAP	CH24DN
Arena	A	7.33	1.62	0.6
Arena fina	A	4.88	1.64	6.5
Franco arenoso	B	1.63	1.55	17.9
Franco	B	1.04	1.26	38.2
Franco limoso	C	0.2	1.31	32.0
Franco arcillo arenoso	B	1.38	1.64	16.5
Franco arcilloso	B	0.98	1.34	28.4
Franco arcillo limoso	C	0.11	1.3	32.4
Arcillo arenoso	B	1.22	1.4	21.9
Arcillo limoso	D	0.111	1.3	32.1
Arcilloso	D	0.111	1.22	38.3
Valores promedios según la clase Hidrológica.				
A		6.1	1.63	3.55
B		1.2	1.44	24.8
C		0.16	1.31	32.2
D		0.11	1.26	35.2

NOTA: Las abreviaciones utilizadas en el cuadro se definen a continuación:

RELA : Relación de arena = Arena/(limo+arcilla)

DENSAP: Densidad aparente

CH22DN: Contenido de humedad después de 24 horas de drenaje natural

Tabla 12 Vegetación: Orden según su influencia sobre la infiltración. (Basado en el método del número de curva, Tabla 4)

Tipo de vegetación	Densidad	Nº orden
Bosque	Rala	5
	Regular	3
	Densa	1
Pasto de corte		2
Pasto de pastoreo	Rala	9
	Regular	6
	Densa	4
Cultivos en hileras rectas	Rala	8
	Densa	7
Rastrojo		10

A continuación, un cuadro resumen de los cálculos del orden promedio representativo de toda la cuenca

Tabla 13 Cálculo del orden promedio para las cuencas analizadas

Orden promedio representativo de una cuenca: $\frac{1}{100} \sum_{i=1}^N Or_i * P_i$													Or
Río	Or ₁	P ₁	Or ₂	P ₂	Or ₃	P ₃	Or ₄	P ₄	Or ₅	P ₅	Or ₆	P ₆	
Acequia	8	6%	33	40%	9	54%							6.54
Azuero	3	23%	9	32%	7	42%							6.51
Burate	3	32%	5	25	6	43%							4.79
Canaguá	1	23%	5	77%									4.08
Guaraque	3	35%	5	65%									4.30
Las Marías													7.00
Ospino	5	22%	8	72%	9	6%							7.40
Torbes	3	24.5%	5	8%	9	51.6%	7	9.6%	sin vegetac.	6.3%			6.45
Tucupido	3	64%	5	31%	9	5%							3.92

Tabla 14 Valores de los factores fisiográficos de las cuencas

Río	Area cuenca km	Longitud cauce km	Pendiente		Pendiente media cuenca %	Dens. de renaje km/km	Cobert.		Suelo	
			media	cauce			veget.	orden	rel.arena	Dens.apar.
Acequia en Pte. La Acequia	478.0	42.00	5.71		49	0.6490	6.54		1.2000	1.4400
Azuero en Pte. Junín	371.0	35.00	2.50		24	0.8922	6.51		6.1000	1.6300
Burate en La Vega	125.0	14.10	8.00		40	1.1200	4.79		1.2000	1.4400
Canaguá en Canaguá (Mérida)	129.0	15.0	3.00		10	0.7830	4.08		6.1000	1.6300
Guaraque en Pte. El Salado	85.0	12.50	4.67		42	0.6000	4.80		1.2758	1.3906
Las Marías en Pte. Las Marías	325.0	47.20	1.47		26	0.5430	7.00		1.4450	1.4495
Ospino en Ospino La Estac.	95.0	19.00	4.92		33	0.5260	7.40		1.2000	1.4400
Torbes en Sabaneta	311.0	35.00	3.85		29	0.8040	6.45		6.1000	1.6300
Tucupido en Pte. Tucupido	440.0	66.00	4.76		17	0.7450	3.92		1.0474	1.4148

Tabla 15 Interrelación esperada. Factores fisiográficos - Parámetros

Car.fis. Parámet.	Long. de cauce	Pend.media cauce	Pend.media cuenca	Dens. de drenaje	Cob. veg	Suelo	Area
RH						X	
S1					X	X	
F1	X	X	X	X		X	X
FL				X	X	X	X
NX					X	X	
FD	X		X	X		X	X
FB	X		X	X		X	
FSE				X			

Tabla 16 Valores estimados de RM, WP, OH, OA, S1 y SCl en base a factores fisiográficos

Río	RM	WP	OH	FB	OA	S1	SCI
Acequia	70.00-144.00	60.00	65.00	0.0231	100.0000	220.0000	190.0000
Azueiro	70.00-144.00	35.00	40.00	0.0426	50.0000	185.0000	160.0000
Burata	125.00-172.00	50.00	55.00	0.0180	225.0000	125.0000	100.0000
Canaguá	70.00-144.00	40.00	45.00	0.0114	85.0000	230.0000	210.0000
Guaraque	70.00-150.00	30.00	35.00	0.0273	100.0000	200.0000	190.0000
Las Marías	104.60-175.48	64.56	65.00	0.0191	15.0000	150.0000	120.0000
Ospino	100.40-171.74	62.34	65.00	0.0328	15.0000	149.1700	120.0000
Torbes	70.00-144.00	40.00	45.00	0.0164	85.0000	200.0000	170.0000
Tucupido	115.02-184.18	70.28	75.00	0.0735	5.0000	142.8700	140.0000

Calibración del modelo

Siguiendo las instrucciones expuestas en los Capítulos VII y IX se procedió a la calibración del modelo para las cuencas seleccionadas. Las correspondientes salidas, ploteo de valores medidos y estimados se encuentran en el Apéndice VI.

En la Tabla 17 aparecen los valores estimados de los parámetros del modelo para cada cuenca calibrada. La Tabla 18 expone a la vez los valores estimados de las características fisiográficas y los valores de parámetros resultando de la calibración.

Correlación, factores fisiográficos-parámetros

Como preparación a esta etapa se procedió a establecer interrelaciones entre los parámetros y las características fisiográficas de una cuenca.

Mediante un programa desarrollado en el CIDIAT se escogió el modelo de regresión lineal a utilizarse o sea, se pudieron encontrar las series independientes que permiten una mayor correlación con la serie dependiente considerada. Después, con el programa MULRE, se obtuvieron las ecuaciones de regresión lineal múltiple ligando un parámetro con una o más características fisiográficas.

Las ecuaciones, resultado del estudio de regionalización se presentan a continuación:

$$FI = 0.00457 * CLONG - 0.007912 * PCAU - 0.000503 * AREA - 0.0205 * RELA + 0.229 * DENDRE \quad (10.1)$$

$$FL = -0.00811 * CLONG + 0.0698 * PCAU + 0.00864 * AREA - 0.0252 * RELA + 0.285 * DENDRE \quad (10.2)$$

$$FD = -0.0188 * CLONG + 0.00354 * AREA - 0.0102 * RELA + 0.0339 * DENDRE \quad (10.3)$$

Tabla 17 Valores de los parámetros estimados por calibración

Río	RM	S1	FI'	FL	FE	NX	FD	FB	FSE	FP
Acequia	125.0000	245.0000	0.0287	0.6812	0.5000	0.2500	0.9000	0.0300	0.0000	1.0062
Azuero	70.0000	185.0000	0.0110	0.3000	0.5000	4.1500	0.8750	0.0300	0.0500	0.8000
Burate	125.0000	100.0000	0.2000	0.9875	0.5000	10.0000	0.0000	0.0100	0.0000	1.2000
Canaguá	70.0000	230.0000	0.0475	0.3000	0.5000	5.0500	0.0813	0.0100	0.0000	1.2000
Guaraque	70.0000	200.0000	0.0350	0.3000	0.5000	10.0000	0.4063	0.0200	0.0000	0.8125
Las Marías	129.8655	150.0000	0.1125	0.3000	0.6750	0.0000	0.1500	0.0300	0.0000	0.8000
Ospino	100.4000	170.0000	0.0688	0.3000	0.6813	0.0250	0.1500	0.0400	0.0000	0.8000
Torbes	70.0000	200.0000	0.0550	0.3000	0.5000	0.9500	0.1813	0.0238	0.0000	0.9625
Tucupido	158.3678	142.8700	0.2188	0.3000	0.5000	1.4000	0.3625	0.0600	0.0000	0.8125

Tabla 18 Resumen de los valores de factores fisiográficos y parámetros de las cuencas

RIO	CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS						VALORES DE LOS PARAMETROS ESTIMADOS POR CALIBRACION										
	AREA	LONGC	PCAU	DENDRE	RELA	SUELO DENSAP	CORVEG	RM	SI	FI	FL	FE	NX	PT	FD	FSE	FP
ACQUITA en Pto. La Ace-	478.0	42.0	5.71	0.649	1.2	1.44	6.54	125.0000	245.0000	0.0287	0.6812	0.5000	0.2500	0.9000	0.0300	0.0000	1.0062
AZUERO en Pto. Junín	371.0	35.0	2.50	0.8922	6.1	1.63	6.51	70.0000	185.0000	0.0100	0.3000	0.5000	4.1500	0.8750	0.0300	0.0500	0.8000
BURATE en La Vega	125.0	15.0	8.00	1.1200	1.2	1.44	4.79	125.0000	100.0000	0.2000	0.9875	0.5000	10.0000	0.0000	0.0100	0.0000	1.1000
CANAGUA en Caguá Mérid	129.0	15.0	3.00	0.783	6.1	1.63	4.08	70.0000	230.0000	0.0475	0.3000	0.5000	5.0500	0.0813	0.0100	0.0000	1.2000
GUARQUE en Pto. Salado	85.0	12.5	4.67	0.6000	1.2758	1.3006	4.30	70.0000	200.0000	0.0350	0.3000	0.5000	10.0000	0.4063	0.0200	0.0000	0.8125
LAS MARIAS en Pto. Las Va-	325.0	47.2	1.47	0.5430	1.4450	1.4495	7.00	129.8655	150.0000	0.1125	0.3000	0.6750	0.0000	0.1500	0.0300	0.0000	0.8000
OSPINO en Ospino La Es-	95.0	19.0	4.92	0.5260	1.2	1.44	7.40	100.4000	170.0000	0.0688	0.3000	0.6813	0.0250	0.1500	0.0100	0.0000	0.5000
TURBES en Sacaneta	311.0	35.0	3.85	0.8040	6.1	1.63	6.45	70.0000	200.0000	0.0550	0.3000	0.5000	0.9500	0.1813	0.0238	0.0000	0.9525
TUCUPIDO en Pto. Tucup-	440.0	66.0	4.76	0.745	1.0474	1.4148	3.92	158.3678	142.8700	0.2188	0.3000	0.5000	1.4000	0.3625	0.0000	0.0000	0.8125

$$FB = 0.000762 * CLONG - 0.00107 * RELA + 0.0082 * DENDRE \quad (10.4)$$

$$FSE = - 0.00542 * PCAU + 0.0000454 * RELA + 0.0396 * DENDRE \quad (10.5)$$

$$S1 = 3.35 * RELA + 104.0 * DENSAP + 2.55 * COBVEG \quad (10.6)$$

$$RM = - 13.9 * RELA + 94.9 * DENSAP \quad (10.7)$$

$$NX = 8.39 * DENSAP - 1.58 * COBVEG \quad (10.8)$$

La Tabla 19 muestra los resultados del estudio de correlación: parámetro, coeficientes que multiplican cada característica fisiográfica, coeficiente de correlación y error porcentual.

Verificación y validez de la estructura de regionalización

Es una etapa complementaria de la calibración y regionalización que consiste en verificar si los valores de los parámetros calculados a partir del método de regionalización no difieren de manera significativa de los valores estimados por calibración de una determinada cuenca.

Con las ecuaciones de regresión lineal obtenidas en el estudio de regionalización, se estimaron valores de los parámetros del modelo para la cuenca del río Curvatí y se hizo una simulación con dichos valores. El resultado de esta simulación se puede apreciar en el Apéndice VII. De acuerdo a ello, se puede considerar aceptable la simulación, ya que, al comparar los hidrogramas simulado y medido, se pudo notar una semejanza con los resultados de las calibraciones anteriores.

Los valores de factores fisiográficos estimados para Curvatí son:

Area : AREA : 157.00 km

Longitud de cauce : CLONG : 42.10 km

Tabla 19 Resultados del estudio de regionalización de parámetros

Parámetro	Coeficientes que afectan las característ. fisiogr. en las ecuaciones						COEF. DE	
	CLONG	PCAU	AREA	RELA	DENDRE	DENSAP	COBVEG	CORREL
FI	0.00457	-0.007912	-0.000503	-0.0205	0.229			0.814
FL	-0.00785	0.0982	0.00101	-0.009	0.285			0.776
	-0.00811	0.0698	0.00864	-0.0252				0.776
	-0.018		0.00344					0.696
FD	-0.0184		0.00355	-0.00706				0.696
	-0.018		0.00345	-0.00603				0.696
	-0.0188		0.00354	-0.0102	0.0339			0.696
FB	0.000762			-0.00107	0.0082			0.705
FSE		-0.000856		0.00318				0.513
		-0.00547		0.0401				0.586
		-0.00542		0.0000454	0.0396			0.513
RM				17.7				-0.723
NX				-13.9		94.9		0.728
						8.39	-1.58	0.538
SI				3.35		104.0	2.55	0.414
								18.760

CORREL. es el coeficiente de correlación obtenida con una ecuación dada
 $\bar{\epsilon} \%$ es el promedio del error porcentual para las 9 muestras

Pendiente media del cauce	: PCAU :	1.25 %
Densidad de drenaje	: DENDRE:	0.8439
N° de orden de la cob. vegetal:	COBVEG:	3.94
Relación de arena	: RELA :	1.298
Densidad aparente	: DENSAP:	1.4438

Los valores calculados para los parámetros se dan a continuación:

$$FI = 0.2702$$

$$FL = 1.3101 \quad (\text{se hizo igual a } 1.0 \text{ ya que } 0.3 < FL < 1.0)$$

$$FD = -0.2203 \quad (\text{se hizo igual a } 0.00 \text{ ya que } 0,0 < FD < 1.0)$$

$$FB = 0.0376$$

$$FSE = 0.0267$$

$$RM = 118.9744$$

$$S1 = 164.5505$$

$$NX = 5.8883$$

Considerando que la estación de precipitación está ubicada a la salida de la cuenca, se estimó para la simulación de la escurrimiento diaria en la cuenca del Curvatí, un FP menor que 1.00 para reducir el error que se comete al asumir que la lluvia observada es representativa de toda el área. Esto se justifica por el hecho que, por lo general, la cantidad de lluvia es mayor en las zonas de menor altitud.

$$FP = 0.9$$

Por la posición de la estación de evaporimetría considerada, y por la cobertura vegetal de la cuenca, se estimó un factor FE parecido al obtenido por calibración del Tucupido.

$$FE = 0.50$$

CAPITULO XI

RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se comentan los resultados obtenidos de la simulación de la esorrentía diaria mediante el modelo de simulación paramétrica de Rojas, de la metodología desarrollada para estimación de valores iniciales y rango de variación de los parámetros y de la correlación parámetro-características fisiográficas. Se incluyen algunas conclusiones acerca de la bondad de dicho modelo, de la metodología para estimar valores de sus parámetros en ausencia de datos observados y de la validez de las ecuaciones de correlación obtenidas. Por último, se hacen algunas recomendaciones sobre investigaciones posteriores que podrían mejorar los resultados obtenidos en el marco del presente trabajo.

Resultados

Este aparte presenta los resultados parciales o intermedios así como los resultados finales del trabajo.

Resultados parciales

Los logros de las diferentes etapas de la metodología propuesta por el presente trabajo constituyen los resultados intermedios que a continuación se enumeran:

- La traducción a FORTRAN e implementación del modelo de Rojas (1984a) en la computadora HP 1000 del CIDIAT y una adaptación con calibración automática asegurando la sistematización del proceso de calibración. Los listados y diagramas de flujos correspondientes se encuentran en los Apéndices I y II.

- Los resultados de la prueba de sensibilidad proporcionan una información valiosa en cuanto a la influencia de las variaciones de cada parámetro sobre la respuesta del modelo. De acuerdo a ello, todos los parámetros tienen influencia sobre el pico estimado y la lámina total escurrida mientras que S1 y FL son los únicos parámetros cuyas variaciones no influyen el valor mínimo de

la lámina simulada. Mas detalles se pueden conseguir consultando el Capítulo IX de la tesis.

- Un procedimiento para llegar a índices cuantificados de la vegetación facilitando así el uso de la regresión lineal múltiple ya que permite obtener una serie numérica y no una estimación cualitativa de la cobertura vegetal de las cuencas analizadas. La Tabla 12 presenta el número de orden asignado a cada tipo de vegetación según su influencia sobre la infiltración: a mayor oportunidad de infiltración, número de orden menor.

- Un procedimiento para estimar los valores iniciales y rango de variación de los parámetros del modelo; importante logro del presente trabajo ya que el poder determinar el rango de variación de cada uno de los parámetros permite disponer a fin de cuenta de una información referente a los límites inferior y superior de su amplitud, información de mucho interés en la regionalización. Los valores iniciales y rango de variación para RM, WP, OH, FB, OA, S1, SCI se presentan en la Tabla 16.

- El juego de parámetros de calibración correspondiente a cada cuenca. Esta información puede utilizarse para extender el registro existente en una cuenca cuando son disponibles los datos observados de la precipitación y de la evaporación para un mismo período. Los valores calibrados de los parámetros se encuentran en la Tabla 17.

Resultado final

Combinando los logros de las etapas de la realización del trabajo, se llegó a una forma de expresar los parámetros del modelo de Rojas (1984a) en función de los factores fisiográficos de las cuencas o, por lo menos, se demostró que se puede hallar una correlación aceptable entre sus valores calibrados y los estimados de las características fisiográficas. Las ecuaciones (10.1) a (10.8) son el resultado del estudio de regionalización.

Conclusiones

Sobre los resultados

De la implementación del modelo

En el Capítulo VIII se encuentran expuestos los pormenores de la traducción a lenguaje FORTRAN del programa de computación, originalmente en BASIC, sustentando al modelo de simulación paramétrica de Rojas. Se elaboraron dos versiones, una para calibración manual, y la otra para calibración automática de los parámetros. Ambas versiones, implementadas en la computadora HP 1000 del CIDIAT, están sujetas a mejoría en cuanto se puede lograr una estructura que permita cargar el programa sin tener que recurrir a la memoria virtual, por ejemplo.

De la aplicación del modelo de Rojas

Simulación de la escorrentía. En el Apéndice VI se presentan los resultados de la etapa de calibración; son ploteos de los valores observados y simulados de la lámina escurrida diaria a la salida de las cuencas seleccionadas. Por lo general, se nota que el ajuste de la lámina diaria simulada con respecto a la observada es poco satisfactoria. Sin embargo, la estimación de la lámina total a la salida de las cuencas se considera bastante representativa ya que los valores estimados tan sólo difieren en un 16.5% de los valores medidos.

El ploteo de los valores estimados y observados de la lámina escurrida acusa una tendencia general que muestra un ajuste aceptable a nivel de los picos, no reproduciendo adecuadamente las pequeñas crecidas ocasionadas por precipitaciones de poca intensidad. En las crecidas importantes, la escorrentía simulada produce picos del mismo orden que los observados; pero, en general, la rama decreciente del hidrograma simulado presenta valores sensiblemente mayores que los medidos.

Puede decirse que la simulación del caudal base no fue satisfactoria

en cuanto se logró poco ajuste entre láminas escurridas observadas y estimadas; en general, el hidrograma simulado se aparta bastante del medido en los períodos secos, resultando una desmejora de la calibración.

Es necesario hacer notar que los resultados obtenidos en las calibraciones no se deben considerar como los únicos y verdaderos, ya que están supeditados al criterio de optimización o función objetivo y a los valores iniciales de los parámetros. Se puede afirmar, sin lugar a dudas, que el op óptimo conseguido es en todo caso un óptimo local, es decir, que posiblemente se obtendrían otros resultados empezando el proceso de calibración con valores diferentes.

Análisis de sensibilidad. La prueba de sensibilidad realizada para el modelo modificado, arrojó los resultados que se encuentran gráficos en las Figuras 9 a 17 del Capítulo X. Todos los parámetros influyen sobre la lámina total escurrida y el valor del máximo pico, SI y FL no tienen influencia en el flujo base.

El resultado del análisis de sensibilidad puede no ser concluyente ya que se trata de una sola aplicación del modelo. Sin embargo, es bastante representativo por haberse utilizado registros de valores medidos en una cuenca experimental cuya confiabilidad de las observaciones puede considerarse satisfactoria.

De la estimación de valores iniciales de los parámetros

El Capítulo VII describe la metodología desarrollada para la estimación de valores iniciales y rango de variación de los parámetros del modelo. Es de gran interés en cuanto permite la sistematización del proceso de calibración, proporcionando al modelo los valores alrededor de los cuales el algoritmo de automatización de la calibración busca, para cada parámetro, el valor que optimiza la función objetivo. Además, el desarrollo de dicha metodología es una importante etapa del estudio de regionalización de parámetros el cual permite simular la esorrentía diaria en cuencas sin datos hidrométricos observados.

De la información conseguida y de las hipótesis en su procesamiento

Por utilizarse una sola estación pluviométrica y una estación evapórimétrica en la aplicación del modelo realizada en este trabajo, debe considerarse comprometida la efectividad de la calibración. En efecto, se corre el riesgo de que los datos medidos en estas estaciones no sean representativos de toda la cuenca y en tal caso, se obtiene un ajuste con valores errados, lo que repercute en la confiabilidad de los resultados.

Al analizarse los registros de precipitación y escorrentía conseguidos para las cuencas calibradas, se pudo observar en varios casos, que en eventos de lluvia aislados no se nota una respuesta de la cuenca a la salida de la misma. De allí, un desmejoramiento de la calibración ya que los valores estimados de lámina escurrida se deducen directamente de la precipitación leída.

Por falta de tiempo y, sólo a efecto de ilustrar la metodología presentada, se asumió que las estaciones de medición utilizadas son representativas de toda el área. Por éso, el presente estudio no permite concluir sobre la bondad del modelo utilizado. En efecto, por muy preciso que sea un modelo, es incapáz de vencer las limitaciones que le crean datos de entrada muy poco confiables.

La hipótesis acerca del tiempo de concentración de las cuencas escogidas resultó bastante cercana a la realidad por lo que no se nota un desfase sistemático entre los picos observados y estimados.

De las limitaciones del modelo

En la actualidad, el modelo sólo puede ser aplicado a cuencas sin importaciones y/o exportaciones desde o hacia cuencas vecinas.

El modelo no hace tránsito de los flujos componentes de la lámina total escurrida, sino que considera que salen todos al cauce y llegan a la salida de la cuenca en menos de un día. Se presume que esto puede influir de ma-

nera apreciable sobre los resultados del modelo, ya que la variación de los aportes a la escorrentía total del flujo subsuperficial y aún más del flujo base ocurre lentamente a lo largo del tiempo, comparándolo con el caudal directo por ejemplo.

Del estudio de regionalización de parámetros

En cuanto a los resultados de la regionalización de parámetros, se pueden considerar válidos para las cuencas cuyas características de suelo, cobertura vegetal y fisiografía caen en el rango de los valores estimados para las cuencas utilizadas en el estudio.

Aunque los resultados no son del todo concluyentes, se ha podido demostrar que existe relación entre los parámetros del modelo y las características de las cuencas lo que lleva a pensar que si se obtienen mejores calibraciones, también se obtendrán mejores correlaciones.

Recomendaciones

Teniendo en cuenta las conclusiones anteriores se presentan las siguientes recomendaciones:

Para asegurar la representatividad de los datos

Hay varias formas de resolver este problema de las cuales dos se exponen a continuación:

1. Adaptar el programa de computación para poder considerar subáreas de influencia de estaciones pluviométricas y evaporimétricas, aplicando el modelo de simulación a cada subárea independientemente y considerando una secuencia de transferencia del agua de una a otra hasta llegar a la salida de la cuenca.

2. Hacer un programa que permita estimar la lluvia promedio de una

cuenca utilizando, a conveniencia, uno de los métodos citados en el Capítulo IV. En el Apéndice VI se presenta el listado del programa concebido a efecto de estimar la precipitación o la evaporación media de una cuenca hidrográfica en base a los datos observados en varias estaciones de la región y mediante el método de los polígonos de Thiessen.

Para mejorar el modelo de simulación

Se recomienda probar la simulación del flujo base mediante otras formulaciones matemáticas; se puede considerar por ejemplo una función exponencial del almacenamiento subterráneo.

Para mejorar la calibración

El problema del mal ajuste del flujo base puede ser debido a la estimación del flujo base como un porcentaje del almacenamiento total de agua subterránea. De considerarse un umbral de dicho almacenamiento a partir del cual suceden los flujos subterráneos, podría reducirse el problema de la recesión rápida del agua subterránea.

Por otra parte, deberían investigarse otras formas de estimar el factor del flujo base, FB.

El retardo en la recesión de los picos puede ser debido a una sobre evaluación del flujo subsuperficial por lo que se recomienda investigar su formulación.

Para mejorar el algoritmo de optimización de parámetros

De la secuencia de cambio de los parámetros

Para llegar a la secuencia de parámetros que mejor resulta en el proceso de calibración automática, bien sea en lo referente al tiempo de computación requerido o al mejor juego de parámetros, se recomienda hacer un estudio

sistemático comparando los resultados de series de corridas cambiando el orden de los subíndices de los parámetros. No se puede asegurar que el orden seguido para la realización del presente trabajo sea el mejor, ya que fue escogido arbitrariamente y que sólo se trató de respetar la secuencia de los fenómenos naturales. Sin embargo, esto no le resta valor a la metodología propuesta, siendo consistente el estudio en cuanto se calibraron todas las cuencas con la misma secuencia de los parámetros a optimizarse.

De la función objetivo

Por otra parte, es muy importante hacer notar que la función objetivo tiene que ser elegida en función de los resultados que se desean en la calibración automática. Por ejemplo, será diferente, según se quiera ajustar la escorrentía directa o el caudal base. Ya que el algoritmo de optimización trata de mejorar la función objetivo, si no se considera una manera de dar más peso a la parte del hidrograma de mayor interés para el estudio no se está logrando el mejor juego de parámetros. El algoritmo busca siempre el mejor ajuste de los hidrogramas, pero siempre está supeditado a la función objetivo ya que no existe una solución única al problema.

La función objetivo que usa Rojas para calibrar su modelo favorece los picos. En efecto, siendo una función del cuadrado de la diferencia entre valores observado y estimado de la lámina escurrida, y siendo tan grande el rango de los picos comparado al rango del caudal base, una mejora del valor estimado para un pico influirá más la correspondiente mejora de la función objetivo. Por consiguiente, se podría llegar a mejores resultados en la fase de calibración, escogiendo con más cuidado la función objetivo a usarse. Para conseguirlo, habría que seguir haciendo pruebas, considerando otras funciones en la calibración automática.

Sefe y Boughton (1982) presentan diez funciones diferentes. Se recomienda investigar los resultados de las calibraciones utilizando como función objetivo cada una de las cuatro funciones que se reportan a continuación y que se piensa, puedan mejorar el ajuste del flujo de estiaje.

$FO_1 = (\Sigma [y_i - x_i]) / \Sigma y_i$, da igual peso a las diferencias y es adimensional.

$FO_2 = [\Sigma (y_i - x_i)] / \Sigma y_i$, es adimensional y pesa igual las diferencias. Debido a los errores de compensación, esta función puede ser cero sin que se haya conseguido una buena calibración del modelo.

$FO_3 = [\{\Sigma (y_i^{1/3} - x_i^{1/3})^2\}^{3/2}] / n^{1/2} \Sigma y_i$, cuyo objetivo es reducir los efectos de las grandes diferencias y de la longitud del registro; es adimensional.

$FO_4 = \Sigma [(y_i - x_i) / y_i]^2 / (n-1)]^{1/2}$ tiene los mismos propósitos que la función anterior, da mayor peso al residuo relativo de las escoren - tías bajas.

Para completar el estudio de regionalización

Se recomienda reforzar los resultados del estudio y la validez de la estructura de regionalización, considerando mayor cantidad de cuencas en la correlación. En efecto, a mayor número de puntos, mayor confiabilidad en las ecuaciones de regresión obtenidas.

Para llegar a generalizar cualquier resultado, habría que deducirlo de trabajos realizados con muchas cuencas cubriendo toda la gama de valores que pueden tomar los factores fisiográficos.

BIBLIOGRAFIA

- Amisial, R.A. 1982. Disponibilidad de agua superficial. CIDIAT, Mérida, Venezuela.
- Amisial, R.A. y G. Uzcátegui B. 1970. Desarrollo y explotación de un modelo matemático del Sistema Hidrológico del Alto Apure en Venezuela. CIDIAT - U.L.A. Venezuela. 27 p.
- ASAE. 1982. Hydrologic Modeling of small watersheds. St. Joseph, Michigan.
- Chow, Ven Te. 1964. Handbook of applied hydrology. Mac Graw Hill Book Co. New York.
- CIDIAT-CORPOANDES. 1971. Proyecto para el control y desarrollo de los recursos hidráulicos del Alto Apure. CIDIAT. Mérida, Venezuela.
- Crawford, N. H. and R.K. Linsley. 1966. Digital simulation in hydrology: Stanford Watershed IV. Stanford University, Department of Civil Engineering, Technical Report N° 39. Stanford, California. 210 p.
- Custodio, Emilio y Ramón M. Llamas. 1976. Hidrología subterránea. Barcelona, Omega.
- Donigian, A.S., Jr., and N.H. Crawford. Modeling nonpoint from the land surface. Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, EPA-600/3-76-083, July, 1976.
- Duque, C. Roberto A. 1979. Modelo de simulación paramétrica Stanford IV. CIDIAT. Mérida, Venezuela.
- Duque, C. Roberto A. 1980a. Precipitación: formación, medición y análisis de datos.
- Duque, C. Roberto A. 1980b. Introducción a la simulación paramétrica de sistemas hidrológicos. CIDIAT. Mérida, Venezuela.
- Duque, C. Roberto A. 1981. Modelo de simulación hidrológica para la estimación de la escorrentía a nivel mensual. CIDIAT. Mérida, Venezuela. 96 p.
- Fisher, Gary T., James E. Ayars, Heggie N. Holton and David L. Nelson. 1979. USDAHL-74 Model as a planning tool. ASAE Paper N° 77-4045.
- Fleming, G. 1975. Computer simulation technics in hydrology. Elsevier. New York. 333 p.
- García, M. Eldon. 1975. Adaptación de un modelo de simulación con aplicación al cálculo del déficit agrícola. U.L.A. - CIDIAT. Mérida, Venezuela.

- García, M. Martín. 1976. Estimación de escorrentía en cuencas pequeñas mediante un modelo de simulación hidrológica. Ministerio de Obras Públicas, Barquisimeto, Venezuela. 167 p.
- Haan, C.T. 1972. A water yield model for small watersheds. Water Resources Research 8(1), 58-69.
- Haan, C.T., H.P. Johnson, and D.L. Brakensiek. 1982. Hydrologic modeling of small watersheds. ASAE. St. Joseph, Michigan.
- Holtan, H.N., G.J. Stiltner, W.H. Henson, and N.C. López. 1975. USDAHL-74 Revised model of watershed hydrology. United States Department of Agriculture Technical Bulletin N° 1518, ARS, Beltsville, MD.
- HYDROCOMP. 1969. Hydrocomp simulation programming operations manual. Segunda Edición. Ministerio de Obras Públicas, Venezuela. 84 p.
- HYDROCOMP. 1977. Hydrocomp Water Quality Operations Manual, Hydrocomp Inc. Palo Alto, C.A.
- Israelsen, O.W. y Vaughn E. Hansen. 1965. Principios y aplicaciones del riego. Editorial Reverté. Barcelona, España. 396 p.
- Jensen, M.E. 1966. Empirical methods of estimating or predicting evapotranspiration using radiation. Conference on evapotranspiration and its role in water resources management proc. pp. 49-53. ASAE. St. Joseph, Mich.
- Linsley, R. K. Jr., M.A. Kohler y J.L.H. Paulhus. 1977. Hidrología para ingenieros. Mc Graw-Hill Latinoamericana, S.A. Bogotá, Colombia. 386 p.
- Liou, E.Y. 1970. OPSET: Program for computerized selection of watershed parameters values for the Stanford Watershed Model. Water Research Report 34, Water Resources Institute, University of Kentucky, Lexington, K.Y.
- Medina, J. y J. López. 1981. Aprovechamiento de las aguas superficiales en el estado Táchira. CIDIAT-ULA. Mérida.
- Mustonen, S.W. and J.L. Mc Guinness. 1968. Estimating evapotranspiration in a humid region. U.S. Department of Agriculture Technical Bulletin. 1289, 123 p.
- Overton, D.E. and M.E. Meadows. 1976. Stormwater modeling. Academic Press.
- Payen, Jean. 1983. Un modelo sencillo de simulación de las escorrentías mensuales en cuencas pequeñas. CIDIAT. Mérida, Venezuela.
- Posewitz, Guido. 1968. Estimación del rendimiento medio anual. En: manual de estudios preliminares para el aprovechamiento integral de cuencas hidrográficas, Cap. II, Parte 2, DOH., MOP. Venezuela.
- Pruitt, W.O. 1966. Empirical method of estimating evapotranspiration using primarily evaporation pans. Conference on evapotranspiration and its role in water resources management, pp. 57-61, ASAE. St. Joseph, Mich.

- Roche, M. 1970. Les divers types de modeles deterministes. Cahiers ORSTOM, serie hydrologie 7(4): 39-66.
- Rojas, Rafael M. 1979. Hidrología de tierras agrícolas. CIDIAT. Mérida, Venezuela. 109 p.
- Rojas, Rafael M. 1984a. Un modelo hidrológico para estimación de caudales diarios en pequeñas cuencas. CIDIAT (en preparación). Mérida, Venezuela.
- Rojas, Rafael M. y L.S, Williamson. 1984b. Estimation of the Allowable Flooding time for surface drainage design. 12 th International Irrigation and Drainage Congress. Fort Collins, Co. USA.
- Rojas, Rafael. 1984c. Conversaciones personales (Febrero-Agosto)
- Sefe, F.T. and W.C. Boughton. 1982. Variation of model parameter values and sensivity with type of objective function. Journal of Hydrology (N.Z.) 21: 117-132.
- Soil Survey Staff. 1951. Soil Survey Manual. US. Department Agriculture Hand book 18.
- TRANARG, C.A. 19 . Planificación preliminar de las cuencas altas de los ríos Quinimarí, Torbes, Grita, Lobaterita y Táchira, Estado Táchira.
- U.S. Soil Conservation Service, 1972. "SCS National Enginnering Handbook". Sec. 4

APENDICE I-A

Programa elaborado para la calibración manual de Keroj

Bdigital.ula.ve

&KEROJ T=00003 IS ON CR10016 USING 00024 BLKS P=0000

```

0001 FTM
0002 $FILES(0,3)
0003 $EMA /C1/
0004 PROGRAM YEROT
0005 CHARACTER *60 TITULO
0006 CHARACTER *4 NOMI,NPAR*3,SALT*6,IPES*2,LARE*2
0007 COMMON /C1/ PD(3654),EVD(3654),NSD(3654),NDTOT
0008 COMMON /C2/ HS(367),SA(367),SD(367),STEA(367),ES(367),I(367),
0009 *SI(367),E(367),PP(367),ET(367),PC(367),CCI,INDIC,LARE,NPAR
0010 COMMON /C3/ FE,FB,FI,FD,FL,FP,S3,NX,FSE,DA,OH,SI,PM,WP,FP,SCI,
0011 *QDA,ISA,GSTEA,IDA,PPA,ETA,IGA,PGA,IGA,PAC,BAL,SUM,QFX,PKAF,
0012 *PPE,SEM
0013 COMMON /C4/ NDA(10),NDM(120),ND(12)
0014 COMMON /C5/ ANOI,ANOF,MESI,MESF,DIAI,DIAF,IUNIT,AREA,MNES,NANO,
0015 *TITULO,LORD,IMP,LORT
0016 INTEGER DIAI,DIAF,ANOI,ANOF
0017 INTEGER I
0018 REAL TA,MFF,NX,MQA,MQD
0019 REAL LINEA
0020 WRITE(1,('DAR NOMBRE DEL ARCHIVO DE LOS APPE'))
0021 * 'GLOS DE PD(1), EVD(1) Y NSD(1)')
0022 LORO=35
0023 READ(1, '(A6)') NOMI & OPEN(LORO,FILE=NOMI,STATUS='OLD')
0024 LORT=1
0025 LIMP=1
0026 WRITE(1,('DAR UNIDAD DE SALIDA'))
0027 READ(1,*) IMP
0028 WRITE(1,('DAR NOMBRE DEL ARCHIVO DE SALIDA'))
0029 READ(1, '(A6)') SALI
0030 OPEN(LORT,FILE=SALI,STATUS='NEW')
0031 WRITE(LORT,62)
0032 C
0033 DO 2 I=1,50
0034 CC(I)=100000.00
0035 2 CONTINUE
0036 C
0037 INDICACION DE UNIDADES DEL ARREGLO DE VALORES
0038 CREACION DEL CALCULO
0039 C
0040 READ(LORT,*) IUNIT
0041 C
0042 SE LEE INFORMACION GENERAL DE LA CUENCA
0043 READ(LORT,31) TITULO
0044 READ(LORT,41) DIAI,MESI,ANOI,DIAF,MESF,ANOF
0045 READ(LORT,42) SI,AREA
0046 C
0047 SE CALCULAN : EL NUMERO DE ANOS DE REGISTRO, EL NUMERO DE
0048 MESES, EL NUMERO DE DIAS DE CADA MES Y EL NUMERO TOTAL DE
0049 DIAS.
0050 C
0051 CALL CALCUL
0052 WRITE(LORT,55) MESF,ANOF,NDM(MNES),NDA(NANO),NDTOT
0053 C
0054 SE LEEN PARAMETROS DE CALIBRACION
0055 C
0056 WRITE(LORT,14)
0057 READ(LORT,*) FE,FB,FI,S3,NX,FD,FL,FSE,DA,OH,SI,PM,WP,FP,SCI
0058 INSC=0
0059 N=2
0060 CALL SIGAD(N)
0061 60 WRITE(LORT,20)
0062 READ(LORT,22) INT
0063 C
0064 INT DEFINE LA OPCION DE REPRESENTACION DE RESULTADOS.
0065 PUEDE SER IGUAL A 2 SIEMPRE Y CUANDO NDTOT ES MENOR QUE 120.
0066 C
0067 IF(INT.EQ.4) GO TO 70
0068 J=INT-2
0069 IF(J.LT.0) GO TO 450
0070 70 WRITE(LORT,25)
0071 READ(LORT,28) LARE
0072 IF(LARE.EQ.'NO') CALL SIGAD(N)
0073 IF(LARE.EQ.'NO') GO TO 60
0074 WRITE(LORT,30)
0075 READ(LORT,31) INPAR
0076 IF(INPAR.EQ.'X') THEN
0077 READ(LORT,*) VI,IX,NI
0078 GO TO 90

```

```

0079      ELSE
0080      N=2
0081      CALL SICAD(N)
0082      GO TO 50
0083      END IF
0084      99  CONTINUE(1,GT,40)
0085      IF(17ES,CO,NO') GO TO 79
0086      IF(17ES,CO,NO') GO TO 79
0087      DO 200 N=2,(N1+1)
0088      N1=N-1
0089      CO(1)=CO(1)
0090      IF(NPAR,NE,'FP') GO TO 140
0091      FP=VI+(N-1)*N
0092      CALL SICAD(N)
0093      IF(CO(1),LT,CO(N-1)) GO TO 290
0094      FP=VI+(N-1)*N
0095      IF(N,EQ,2) FP=FP-DX
0096      GO TO 100
0097      140 IF(NPAR,NE,'SCI') GO TO 150
0098      SCI=VI+(N-1)*N
0099      CALL SICAD(N)
0100      IF(CO(1),LT,CO(N-1)) GO TO 290
0101      SCI=VI+(N-1)*N
0102      IF(N,EQ,2) SCI=SCI-DX
0103      GO TO 300
0104      150 IF(NPAR,NE,'FE') GO TO 160
0105      FE=VI+(N-1)*N
0106      CALL SICAD(N)
0107      IF(CO(1),LT,CO(N-1)) GO TO 290
0108      FE=VI+(N-1)*N
0109      IF(N,EQ,2) FE=FE-DX
0110      GO TO 300
0111      160 IF(NPAR,NE,'FB') GO TO 170
0112      FB=VI+(N-1)*N
0113      CALL SICAD(N)
0114      IF(CO(1),LT,CO(N-1)) GO TO 290
0115      FB=VI+(N-1)*N
0116      IF(N,EQ,2) FB=FB-DX
0117      GO TO 300
0118      170 IF(NPAR,NE,'FI') GO TO 180
0119      FI=VI+(N-1)*N
0120      CALL SICAD(N)
0121      IF(CO(1),LT,CO(N-1)) GO TO 290
0122      FI=VI+(N-1)*N
0123      IF(N,EQ,2) FI=FI-DX
0124      GO TO 300
0125      180 IF(NPAR,NE,'SI') GO TO 190
0126      SI=VI+(N-1)*N
0127      CALL SICAD(N)
0128      IF(CO(1),LT,CO(N-1)) GO TO 290
0129      SI=VI+(N-1)*N
0130      IF(N,EQ,2) SI=SI-DX
0131      GO TO 300
0132      190 IF(NPAR,NE,'NX') GO TO 200
0133      NX=VI+(N-1)*N
0134      CALL SICAD(N)
0135      IF(CO(1),LT,CO(N-1)) GO TO 290
0136      NX=VI+(N-1)*N
0137      IF(N,EQ,2) NX=NX-DX
0138      GO TO 300
0139      200 IF(NPAR,NE,'FD') GO TO 210
0140      FD=VI+(N-1)*N
0141      IF((FI+FD+SI),GT,1.) THEN
0142      FD=(1.-FI)/FI
0143      END IF
0144      CALL SICAD(N)
0145      IF(CO(1),LT,CO(N-1)) GO TO 290
0146      FD=VI+(N-1)*N
0147      IF(N,EQ,2) FD=FD-DX
0148      GO TO 300
0149      210 IF(NPAR,NE,'FL') GO TO 220
0150      FL=VI+(N-1)*N
0151      CALL SICAD(N)
0152      IF(CO(1),LT,CO(N-1)) GO TO 290
0153      FL=VI+(N-1)*N
0154      IF(N,EQ,2) FL=FL-DX
0155      GO TO 300
0156      220 IF(NPAR,NE,'FSE') GO TO 230
0157      FSE=VI+(N-1)*N
0158      IF((FB+FSE+FI),GT,1.) THEN

```

```

0159 FSE=(1.-FB)/FB
0160 END IF
0161 CALL SIGAD(N)
0162 IF(CCI.LT.CC(N-1)) GO TO 290
0163 FSE=VI+(N-1)*DX
0164 IF(N.EQ.2) FSE=FSE-DX
0165 GO TO 300
0166 230 IF(NPAR.NE.'QA') GO TO 240
0167 QA=VI+(N-1)*DX
0168 CALL SIGAD(N)
0169 IF(CCI.LT.CC(N-1)) GO TO 290
0170 QA=VI+(N-1)*DX
0171 IF(N.EQ.2) QA=QA-DX
0172 GO TO 300
0173 240 IF(NPAR.NE.'OH') GO TO 250
0174 OH=VI+(N-1)*DX
0175 CALL SIGAD(N)
0176 IF(CCI.LT.CC(N-1)) GO TO 290
0177 OH=VI+(N-1)*DX
0178 IF(N.EQ.2) OH=OH-DX
0179 GO TO 300
0180 250 IF(NPAR.NE.'SI') GO TO 260
0181 SI=VI+(N-1)*DX
0182 CALL SIGAD(N)
0183 IF(CCI.LT.CC(N-1)) GO TO 290
0184 SI=VI+(N-1)*DX
0185 IF(N.EQ.2) SI=SI-DX
0186 GO TO 300
0187 260 IF(NPAR.NE.'RM') GO TO 270
0188 RM=VI+(N-1)*DX
0189 CALL SIGAD(N)
0190 IF(CCI.LT.CC(N-1)) GO TO 290
0191 RM=VI+(N-1)*DX
0192 IF(N.EQ.2) RM=RM-DX
0193 GO TO 300
0194 270 IF(NPAR.EQ.'WP') THEN
0195 WP=VI+(N-1)*DX
0196 CALL SIGAD(N)
0197 IF(CCI.LT.CC(N-1)) GO TO 290
0198 WP=VI+(N-1)*DX
0199 IF(N.EQ.2) WP=WP-DX
0200 GO TO 300
0201 END IF
0202 290 CONTINUE
0203 300 IF(NIE.LT.NI) THEN
0204 WRITE(1,64) NIE,NI
0205 END IF
0206 IF(CC(NIE+1).GT.CC(NIE)) THEN
0207 CC(1)=100040.00
0208 N=2
0209 CALL SIGAD(N)
0210 END IF
0211 GO TO 50
0212 C INSTRUCCIONES DE LA OPCION DE REPRESENTACION DE RESULTADOS
0213 400 WRITE(IMP,83)
0214 WRITE(IMP,86) QDA,QSA,QIA,ETA,MQA,TGA,QPK,
0215 * PKQR,CCI,MRF,FRM,PAC,BAL
0216 WRITE(IMP,88)
0217 WRITE(IMP,92) RM,SI,WP,FI,FD,FP,FB
0218 WRITE(IMP,94)
0219 WRITE(IMP,92) FL,NX,FE,OH,QA,S3,FSE,SCI
0220 GO TO 50
0221 420 CALL GRAFI
0222 GO TO 60
0223 450 WRITE(IMP,94)
0224 WRITE(IMP,96) QDA,QSA,QIA,ETA,MQA,TGA,QPK,
0225 * PKQR,CCI,MRF,FRM,PAC,BAL
0226 WRITE(IMP,88)
0227 WRITE(IMP,92) RM,SI,WP,FI,FD,FP,FB
0228 WRITE(IMP,94)
0229 WRITE(IMP,92) FL,NX,FE,OH,QA,S3,FSE,SCI
0230 CALL PLOTED
0231 C
0232 C *****FORMATOS*****
0233 C
0234 10 FORMAT(5X,'CC(1)=',F11.4)
0235 14 FORMAT(2X,'INDICAR EL VALOR DE LOS SIGUIENTES',/,
0236 * 2X,'PARA RES:',/,
0237 * 2X,'1) FE',/,2X,'2) FR',/,2X,'3) FI',/,2X,'4) SI',/,
0238 * 2X,'5) NX',/,2X,'6) FD',/,2X,'7) FL',/,2X,'8) FSE',/,

```



```

0319 ELSE
0320 NDA(JA)=NDA(JA)+NDA(JJ)
0321 END IF
0322 IM=IM+1
0323 IF (IM.LE.12) GO TO 37
0324 WRITE(IMP,51) NDA(JA)
0325 IM=1
0326 JA=JA+1
0327 NA=NA+1
0328 IF JA.GT.NAND) GO TO 37
0329 WRITE(IMP,67) NA,JA
0330 37 CONTINUE
0331 WRITE(IMP,28) NDA(NAND)
0332 WRITE(IMP,32) NDTOT
0333 C
0334 C *****FORMATOS*****
0335 C
0336 32 FOR=AT//,2X,12,4X,16)
0337 36 FOR=AT//,2X,"NAND=","I11)
0338 38 FOR=AT//,2X,"NRES=","I11)
0339 39 FOR=AT//,2X,216)
0340 51 FOR=AT//,2X,"NA(JA)=","16)
0341 67 FOR=AT//,2X,216)
0342 28 FOR=AT//,2X,"NDA(NAND)=","16)
0343 32 FOR=AT//,2X,"NDTOT=","I10)
0344 C
0345 RETURN
0346 END
0347 SEMA /C/
0348 SUBROUTINE SICADI(N)
0349 CHARACTER *60 TITULO,AREA*2,NPAR*3
0350 COMMON /C1/ PD(3654),EUD(3654),*GD(3654),PGD(3654),NDTOT
0351 COMMON /C2/ HS(367),SAS(367),B(367),STE(367),RS(367),T(367),
0352 *QI(367),TE(367),PP(367),ET(367),CC(50),CCL(INC),LARE,NPAR
0353 COMMON /C3/ SE,ER,EL,ED,EL,EP,S3,NX,PSE,PA,PH,ST,PM,PP,S1,SCI,
0354 *QA,QSA,QSTEA,QIA,QPA,ETA,TGA,MGA,QGA,FAC,PAU,SCH,QPK,PQK,
0355 *MSF,FSH
0356 COMMON /C4/ NDA(10),NDM(120),ND(12)
0357 COMMON /C5/ ANDI,ANDF,MESI,MESF,DIAI,DIAF,IUNIT,AREA,NRES,NAND,
0358 *TITULO,ERD,I,P,LCRT
0359 INTEGER DIAI,DIAF,ANDI,ANDF
0360 INTEGER I
0361 REAL TA,MSE,NX,MGA,MGD
0362 REAL LINEA
0363 WRITE(1,/"(ENTRADA A SICADI)")
0364 INCID=INCID+1
0365 IF (INCID.EQ.1) THEN
0366 END IF
0367 PAC=0. $ ETA=0. $ QDA=0. $ QIA=0. $ PPA=0. $ QSTE=0. $ PAL=0.
0368 QSA=0. $ TGA=0. $ MGA=0. $ SUM=0. $ QPV=0. $ PK=0. $ MAF=0.
0369 QCA=0. $ MAF=150. $ FEM=150.
0370 JJ=1
0371 IF (INCID.EQ.1.OR.NPAR.EQ.'XX') GO TO 45
0372 NDT1=NDTOT+1
0373 NDT2=NDTOT+2
0374 READ(LCRO,43) (PD(I),I=2,NDT2)
0375 READ(LCRO,43) (EUD(I),I=2,NDT2)
0376 READ(LCRO,43) (MGD(I),I=2,NDT1)
0377 IF (IUNIT.EQ.1.OR.IUNIT.EQ.2) THEN
0378 DO 46 I=2,NDT1
0379 MGD(I)=MGD(I)*86.4/AREA
0380 IF (IUNIT.EQ.2) MGD(I)=MGD(I)/1000.
0381 46 CONTINUE
0382 WRITE(IMP,39)
0383 WRITE(IMP,43) (MGD(I),I=2,NDT1)
0384 END IF
0385 WRITE(1,/"(DAR EL VALOR DE INCOP : INDICE DE CORRECCION DE "
0386 * "PRECIPITACION",/,"2X,"1) INCOP=1 SI NO SE CORRIGE",/,"
0387 * "2X,"2) INCOP=1 SE CORRIGE LA PRECIPITACION",/,"
0388 * "2X,"3) INCOP=2 SE CORRIGE LA PRECIPITACION Y LA EVAPORACION")
0389 READ(LCRT,*) INCOP
0390 WRITE(1,/"(DAR EL VALOR DE ICCD : INDICE DE CORRECCION DEL "
0391 * "CAUDAL DIRECTO",/,"2X,"1) ICCD=1 SI NO SE CORRIGE",/,"
0392 * "2X,"2) ICCD=1 SE CORRIGE EL CAUDAL DIRECTO")
0393 READ(LCRT,*) ICCD
0394 IF (INCOP.EQ.1.OR.INCOP.EQ.2) THEN
0395 DO 36 K=2,NDT1
0396 PD(K)=PD(K-1)
0397 IF (INCOP.EQ.2) THEN
0398 END(K)=END(K+1)

```

```

0409      END IF
0410 35 CONTINUE
0411      WRITE(I*P,35)
0412      WRITE(I*P,43) (PD(K),K=2,NDT1)
0413      IF(I*CCP.EQ.2) THEN
0414          WRITE(I*P,37)
0415          WRITE(I*P,43) (EVI(K),K=2,NDT1)
0416      END IF
0417      END IF
0418 45 DO B21 JA=1,MANO
0419      NDTA=ADA(JA)+1
0420      DO B12 I=2,NDIA
0421          IT=J1+1
0422          IF(IT.NE.2) GO TO 44
0423          HS(I-1)=0
0424          SA(I-1)=0
0425          SC=SCI
0426          PD(I-1)=0
0427 44 PM=PD(I)*FP
0428          IF(PD(I).LE.0.) PM=0.
0429          ETP=END(I)*0.9
0430          XE=(HS(I-1)-UP)/(PM-WP)
0431          IF(XE.GT.0.) THEN
0432              ET(I)=ETP*FE*(XE**NX)
0433          ELSE
0434              ET(I)=0.
0435          END IF
0436          IF(HS(I-1).GE.RM) ET(I)=ETP*FE
0437          IF(ET(I).LT.0.) ET(I)=0.
0438          SC=SC+PM*SC*FI
0439          IF(SC.LT.0.) SC=0.
0440          IF(SC.LT.S3) SC=S3
0441          IF(SC.GT.S1) SC=S1
0442          IA=0.2*SC
0443          IF(PM.GT.IA) GO TO 500
0444          QD(I)=0.
0445          HF=PM
0446          GO TO 515
0447 500 ESTIMACION DEL CAUDAL POR EL METODO DEL SCS ECUU
0448          QP=PM**2/(PM+5)
0449          HF=PM-QP(I)
0450          IF(HF.LT.0.) HF=0.
0451 515 PAC=PA-RM
0452          QD=QD+QD(I)
0453          HS(I)=HS(I-1)+HF-ET(I)
0454          IF(HS(I).LT.WP) THEN
0455              ET(I)=ET(I)-(WP-HS(I))
0456              HS(I)=WP
0457          END IF
0458          ETA=ETA+ET(I)
0459          IF(HS(I).GT.ST) GO TO 550
0460          QY=0
0461          GO TO 555
0462 550 QI=HS(I)-ST
0463          HS(I)=ST
0464 555 IF(HS(I).GT.PM) GO TO 565
0465          PP(I)=0.5*QI(I)=0.
0466          GO TO 580
0467 565 PP(I)=PD*FI*(HS(I)-RM)
0468          QI(I)=FI*(HS(I)-R4)
0469          HS(I)=HS(I)-PP(I)-QI(I)
0470          QIA=QIA+QI(I)
0471 580 VAHS=HS(I-1)-HS(I)
0472          PPA=PP+PP(I)
0473          SA(I)=SA(I-1)+PP(I)
0474          GS(I)=FS*SA(I)
0475          GSA=GSA+GS(I)
0476          GSTE(I)=SE*F2*SA(I)
0477          SA(I)=SA(I)-QC(I)-GSTE(I)
0478          IF(SA(I).LT.0.) SA(I)=0.
0479          GSTE=GSTE+GSTE(I)
0480          TQ(I)=QD(I)+QI(I)+QS(I)+QX
0481          TQA=TQA+QI(I)
0482          IF(TCCD.E3.1) THEN
0483              PQD(I)=TQ(I)-QD(I)+0.75*QD(I-1)+0.25*QD(I)
0484          ELSE
0485              PQD(I)=TQ(I)

```

```

0470      END IF
0480      IF (QD(JJ).LE.0.) RQD(JJ)=0
0490      IF (RQD(JJ).LT.FRM) FRM=RQD(JJ)
0492      IF (RQD(JJ).LT.MBF) MBF=RQD(JJ)
0493      RQA=RQA-RQD(JJ)
0494      MGA=MGA+RQD(JJ)
0495      NDP=JJ-1
0496      RVE=RQA-NDP
0497      DIF=(RQD(JJ)-MQD(JJ))*2.
0498      SL=SL+DIF
0499      IF (RQD(JJ).GT.PKQP) PKQP=RQD(JJ)
0499      IF (RQD(JJ).GT.QPK) QPK=RQD(JJ)
0491      IF (I.EQ.NDA) THEN
0492      811 IF (A.LT.N-M) THEN
0493      MS(I)=SA(I)
0494      SA(I)=SA(I)
0495      QD(I)=QD(I)
0496      ELSE
0497      MS=MS(I)
0498      SAF=SA(I)
0499      END IF
0500      END IF
0501      TOT=T-1
0502      812 CONTINUE
0503      823 CONTINUE
0504      WRITE(LCRT,32) NDP,NDTOT
0505      DHS=DHS-DM
0506      DAS=DAS-DA
0507      SE=(SUM NDP)*0.5
0508      CC=SE/DIG
0509      WRITE(1,70) CC1
0510      IF (CC1.GT.CC(N-1)) THEN
0511      WRITE(1,(*DEBE VOLVER A LA ITERACION ANTERIOR YA QUE :*))
0512      WRITE(1,31) CC(N-1)
0513      END IF
0514      CC(N)=CC1
0515      PAL=TGA-DHS-DAS+ETA+QSTEA
0516      WRITE(1,(*SALE DE SICADI*))
0517      C
0518      C *****FORMATOS*****
0519      C
0520      70 FORMAT(1X,"CC1=" F11.4)
0521      31 FORMAT(1X,"CC ANTERIOR = " F11.4)
0522      32 FORMAT(1X,"NÚMERO DE DÍAS PROCESADOS=" I6 /)
0523      *
0524      35 FORMAT(1X,"NOTA : DEBE SER IGUAL A NDTOT=" I4)
0525      36 FORMAT(1X,"AFRESLO DE LA PRECIPITACION COEFECIDA"/)
0526      37 FORMAT(1X,"AFRESLO DE LA EVAPORACION CORRIGIDA"/)
0527      38 FORMAT(1X,"AFRESLO DE LA LAMINA ESCURRIDA EN MM"/)
0528      43 FORMAT(1X,F3.2)
0529      49 FORMAT(4F8.2)
0530      C
0531      RETURN
0532      END
0533      $EMA /C/
0534      SUBROUTINE GRAFI
0535      CHARACTER *60 TITULO
0536      COMMON /C1/ PD(3654),EVD(3654),MQD(3654),RQD(3654),NDTOT
0537      COMMON /C2/ MS(367),SA(367),QD(367),QSTE(367),RE(367),T(367),
0538      *DT(367),TD(367),PP(367),ET(367),CC(60),CC1,INSTR,LARE,NPAR
0539      COMMON /C3/ FE,FB,FI,FD,FL,FP,SI,XY,FSE,CA,CH,ET,RH,WP,SI,SCI,
0540      *QDA,SSA,QSTEA,QIA,PPA,ETA,TGA,MGA,RQA,PAC,EAL,SUM,QPK,PKQR,
0541      *MS,FRM
0542      COMMON /C4/ NDA(10),NDM(120),ND(12)
0543      COMMON /C5/ ANOI,ANOF,MESI,RESE,DIAI,DIAF,IUNIT,AREA,NMES,MAND,
0544      *TITULO,LCPD,IMP,LCRT
0545      INTEGER DIAI,DIAF,ANOI,ANOF
0546      INTEGER I
0547      REAL IA,MBF,MX,MGA,MQD
0548      REAL LINEA
0549      REAL NMIX,NMAX,NMIY,NMAT,MUSLX,MURLY,K,MGMIN,MGPAX
0550      LCPD=1
0551      LIMP=1
0552      SE ENCUENTRAN LOS VALORES MAXIMOS Y MINIMOS
0553      C
0554      PDMIN=RQD(1)
0555      RDMAX=RQD(1)
0556      MDMIN=MS(1)
0557      MDMAX=MS(1)
0558      DO 5 I=2,NDTOT

```

```

0600      IY=20
0610      WPIE=LAMP,60)ITA,IANG,IY,IY
0620      60  FIEA("I","M","I","P",* 0503      *I3,"",I3,"Z",22H---HIEROGRAFA MEDIDO,
0630      IAM=2
0640      IANG=1
0650      IX=500

```

```

0650 *Q1(767),TQ(367),PP(367),ET(367),CO(50),CO1,TQSID,LARE,NFAR
0651 COMMON /C3/ FE,FR,FI,FD,FL,FR,GT,NX,PSE,DA,DA1,ST,PA,WP,SI,SCI,
0652 *QDA,QDA1,QCTEA,QIA,PPA,ETA,TPA,QGA,RGA,PAC,PAL,SUA,WPK,PAGA,
0653 *MEF,FER
0654 COMMON /C4/ NDA(10),NEM(12),ND(12)
0655 COMMON /C5/ ANOI,ANOF,NESI,NESE,DIAI,DIAP,IUNIT,AFEA,NMES,NANO,
0656 *TITULO,LESD,IMP,ICRT
0657 INTEGER DIAI,DIAP,ANOI,ANOF
0658 INTEGER I
0659 REAL IQ,MEF,NX,MGA,MJD
0660 REAL I,QEA
0661 DIMENSION LINEA(101),ESCALA(10),AMES(12)
0662 DATA PLANCO,PUNTO,CRUZ,ASTER/1H,1H,1H*,1H*/
0663 DATA AMES/SENE,JOFE,THAF,THAP,THAY,THJW,THJL,THAG,
0664 *JHSE,JOOT,THWC,THDIO/
0665 C
0666 C CALCULO DE LOS VALORES MAXIMOS Y MINIMOS DE LA ESCORRENTIA
0667 C
0668 IF (QPV-ST.PKQR) THEN
0669 EMAX=QPK
0670 ELSE
0671 EMAX=PYQR
0672 END IF
0673 IF (MEF.LT.FEM) THEN
0674 EMIN=MEF
0675 ELSE
0676 EMIN=FEM
0677 END IF
0678 WRITE(IMP,29) EMAX,EMIN,QGA
0679 WRITE(LOUT,29) EMAX,EMIN,RQA
0680 C
0681 C PLOTED DE LOS VALORES DE ESCORRENTIA
0682 C OBSERVADOS Y ESTIMADOS.
0683 C
0684 DO 5 J=1,10
0685 ESCALA(J)=J*0.14EMAX
0686 5 CONTINUE
0687 C
0688 WRITE(IMP,16) TITULO,AMES(NESI),ANOI,AMES(NESE),ANOF
0689 WRITE(IMP,21) ESCALA
0690 C
0691 ID=DIAI
0692 IM=ESI
0693 NM=1
0694 NA=ANOI
0695 JJ=1
0696 DO 2 JA=1,NANO
0697 WRITE(IMP,15) NA,JA
0698 DO 8 I=1,NDA(JA)
0699 DO 9 J=1,101,10
0700 LINEA(J)=PUNTO
0701 IF (J.NE.101) THEN
0702 DO 11 M=1,9
0703 LINEA(J+M)=PLANCO
0704 11 CONTINUE
0705 END IF
0706 9 CONTINUE
0707 C
0708 LS=(PQD(JJ+1)/EMAX)*100.+1.5
0709 LO=(NED(JJ+1)/EMAX)*100.+1.5
0710 IF (LS.GT.101) LS=101
0711 IF (LO.GT.101) LO=101
0712 LINEA(LS)=ASTER
0713 LINEA(LO)=CRUZ
0714 WRITE(IMP,30) ID,LINEA,MJD(JJ+1),PQD(JJ+1)
0715 ID=ID+1
0716 JJ=JJ+1
0717 IF (KM.EQ.1) GO TO 22
0718 IF (ID.LE.NM(KM)) GO TO 8
0719 IF (JJ.LE.NM(KM)) GO TO 8
0720 IF (JJ.GT.NTOT) GO TO 7
0721 ID=1
0722 IM=IM+1
0723 NM=NM+1
0724 IF (IM.LE.12) GO TO 12
0725 IM=1
0726 NA=NA+1
0727 12 WRITE(1,15) AMES(IM),NA
0728 8 CONTINUE
0729 7 CONTINUE

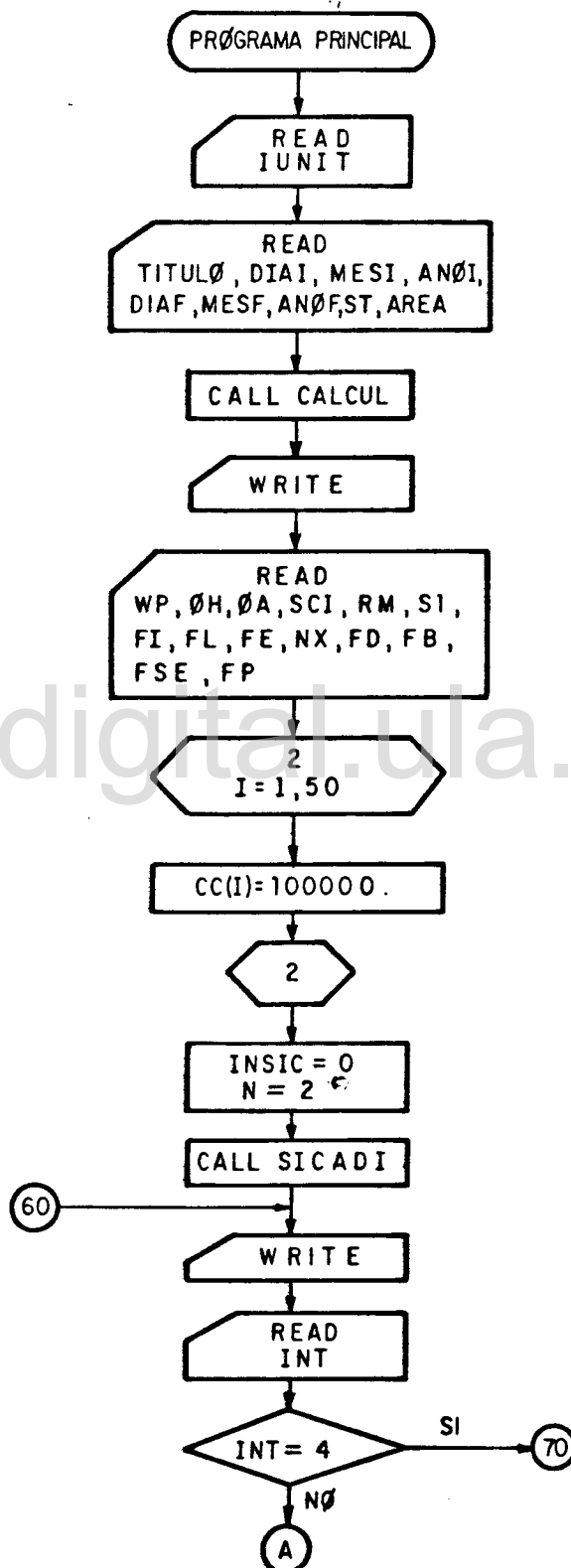
```

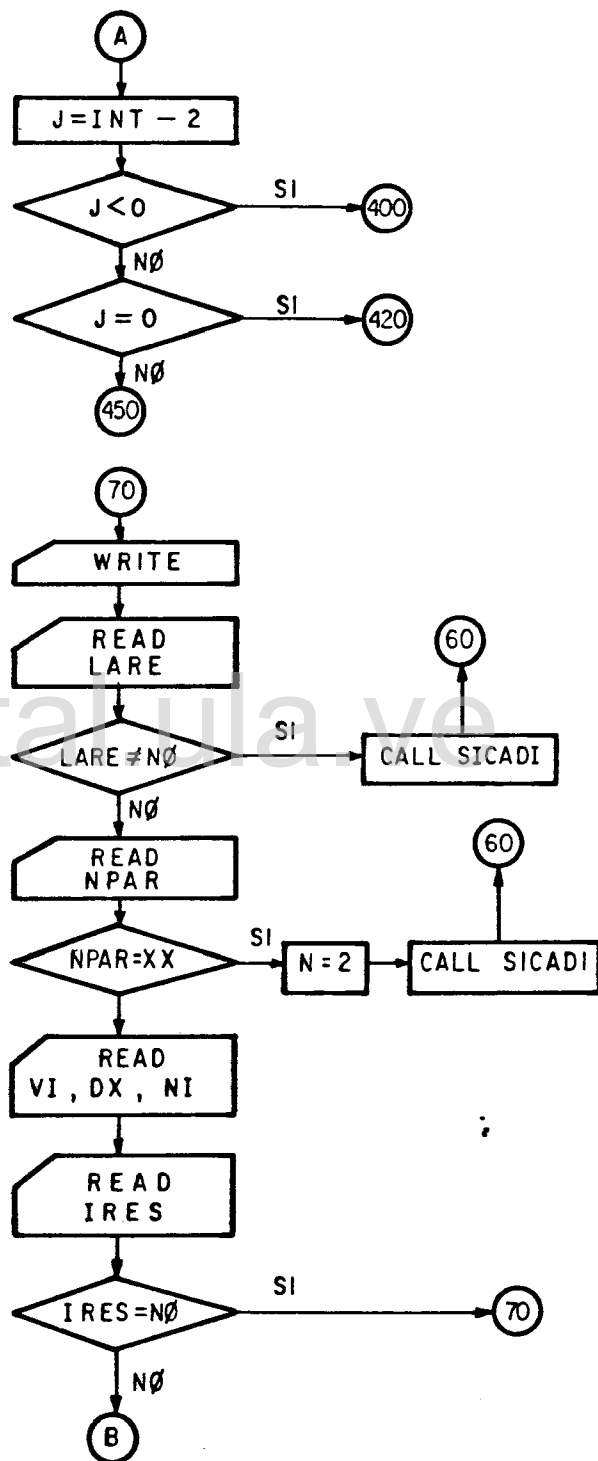

APENDICE I-B

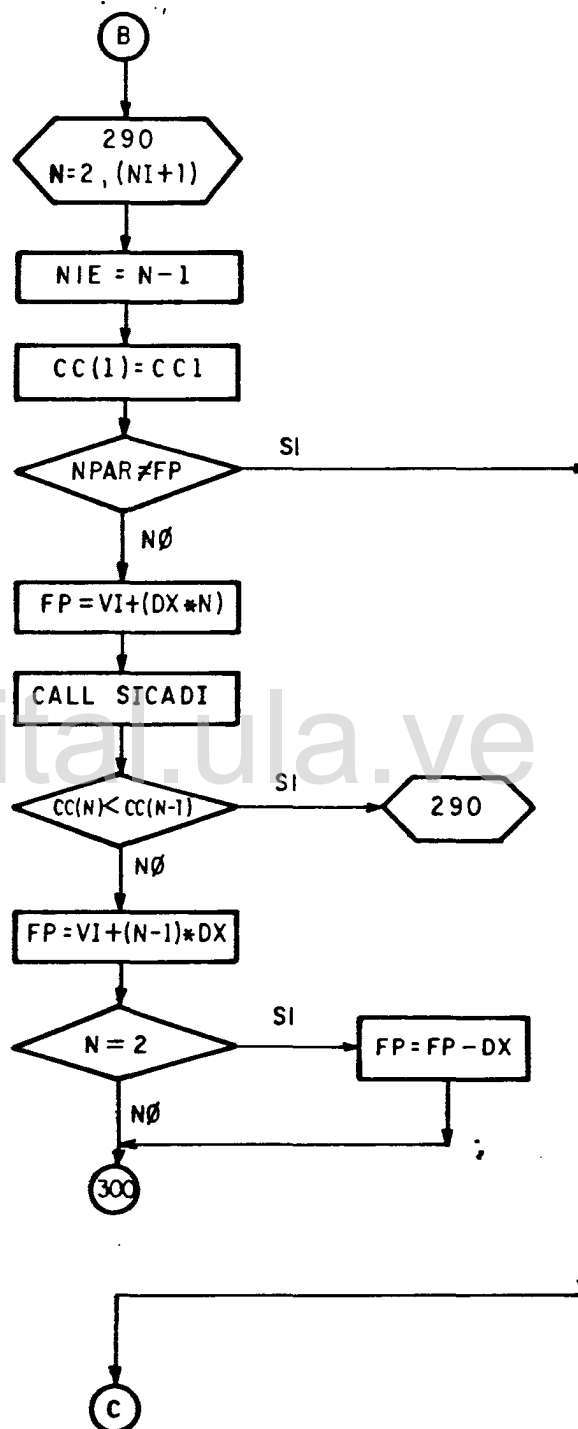
Diagrama de flujo de la calibración manual, Programa Keroj

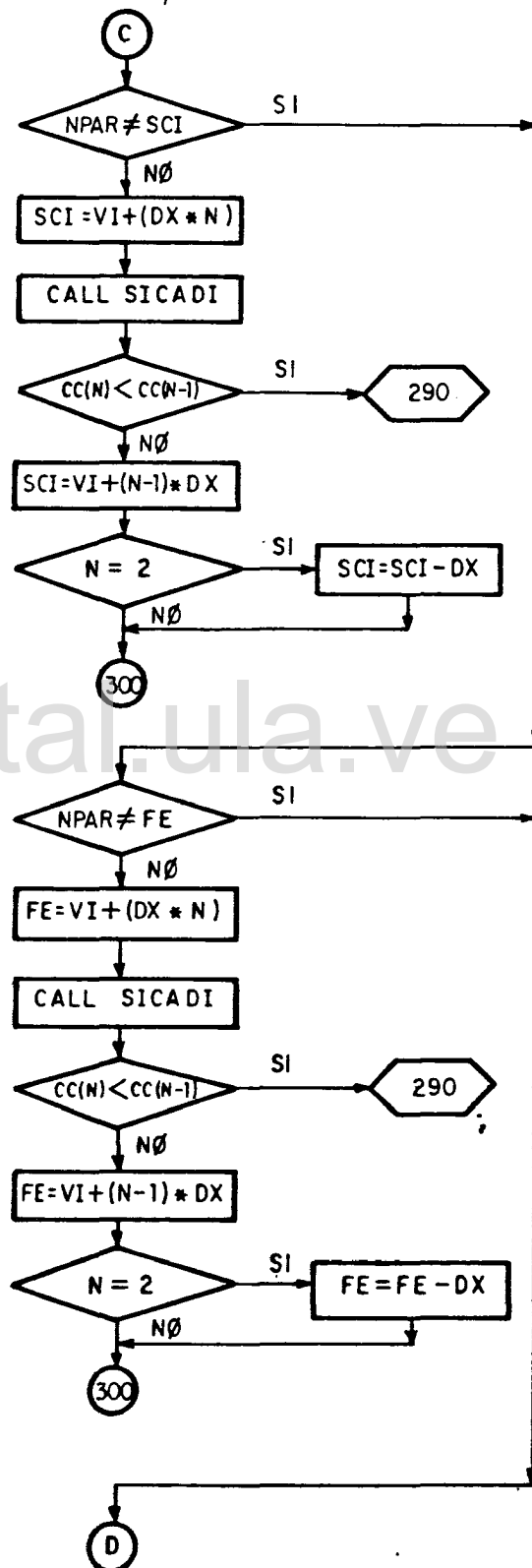
Bdigital.ula.ve

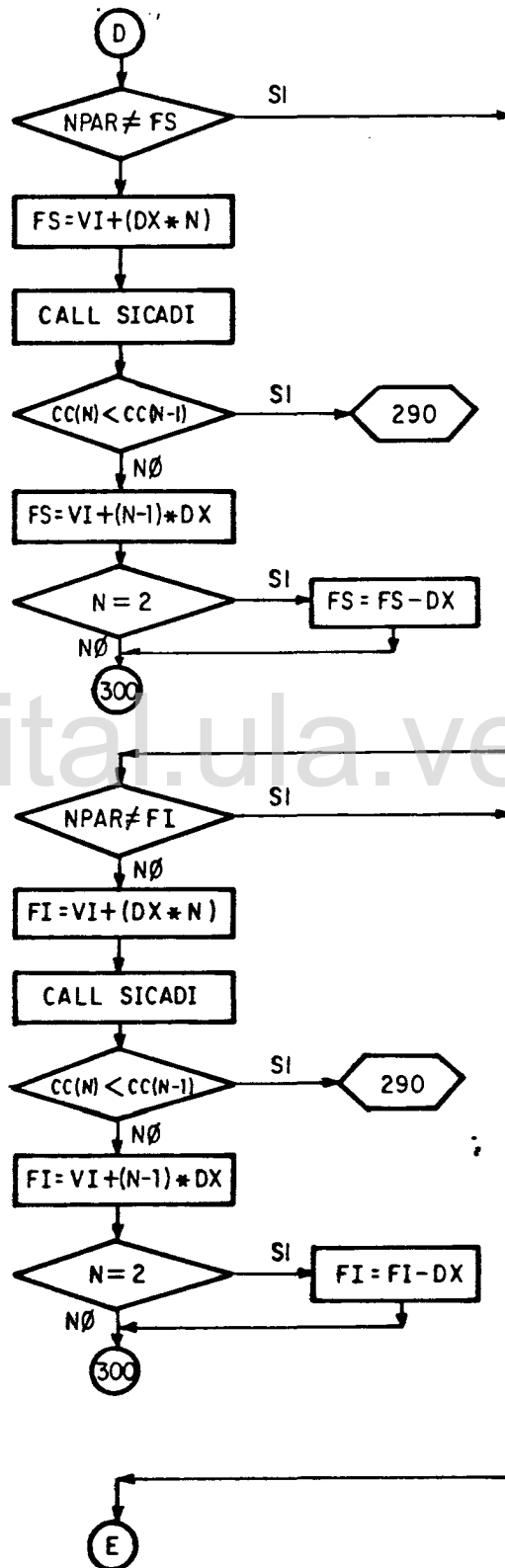
C.C.Reconocimiento

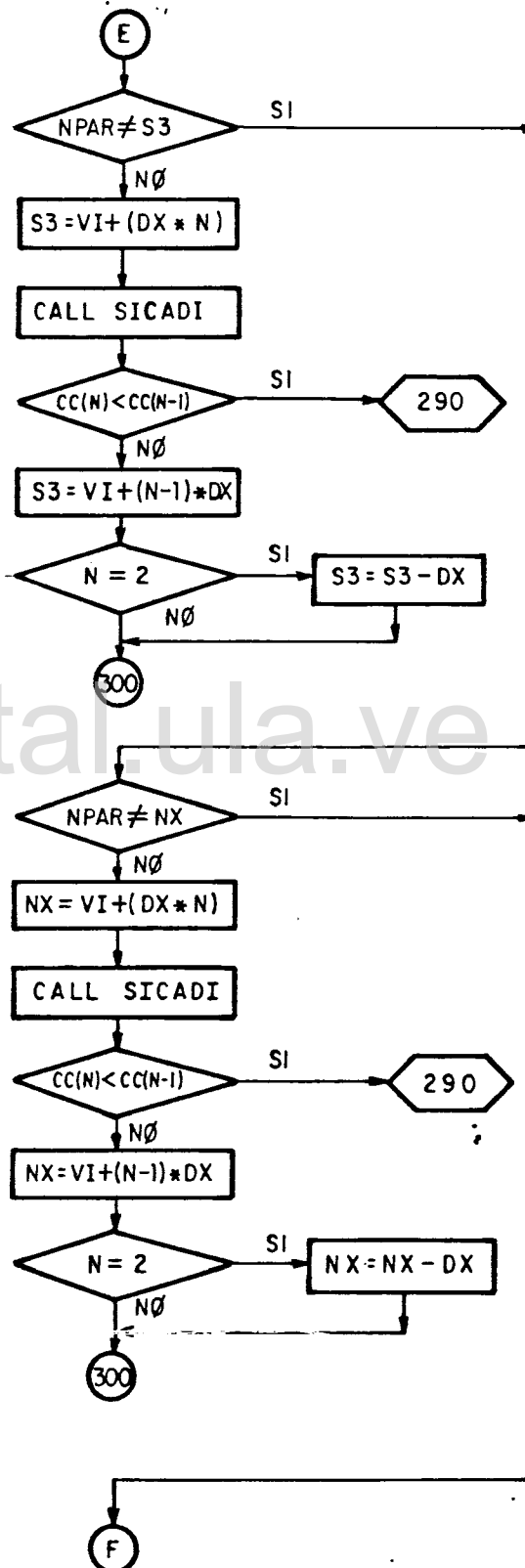


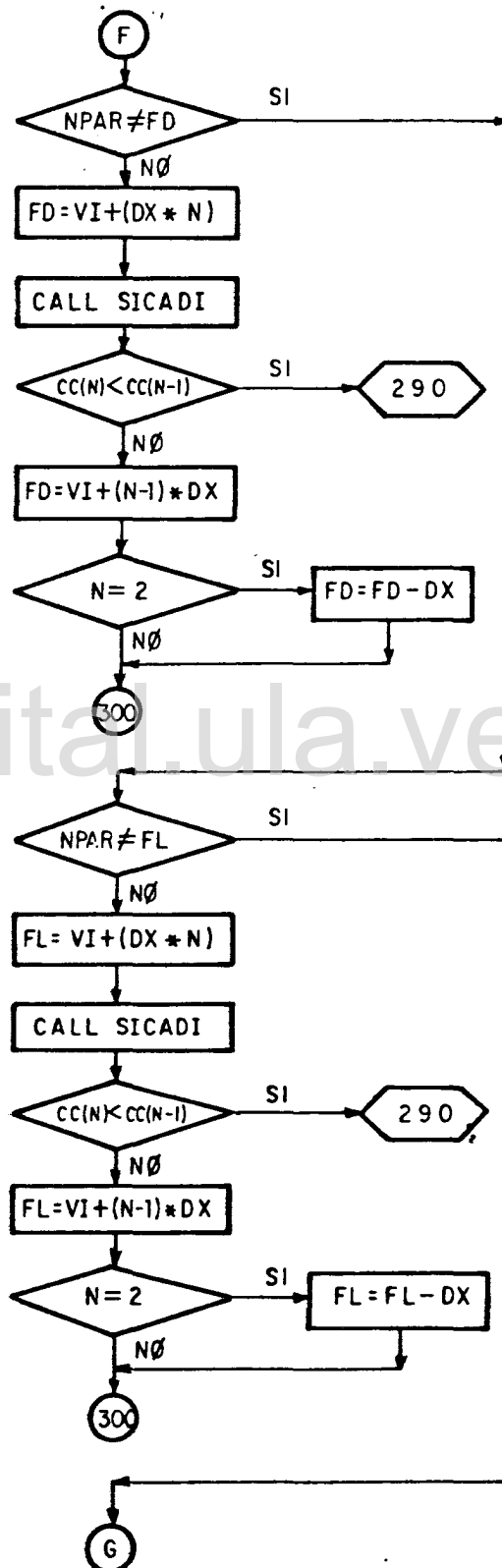


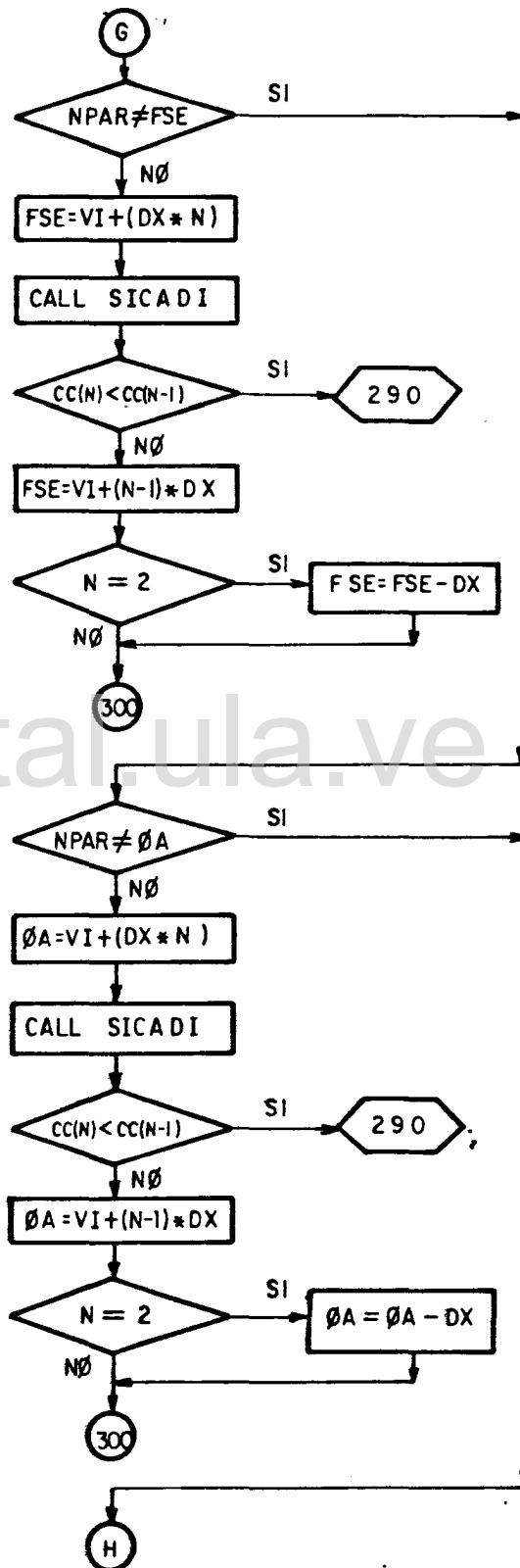


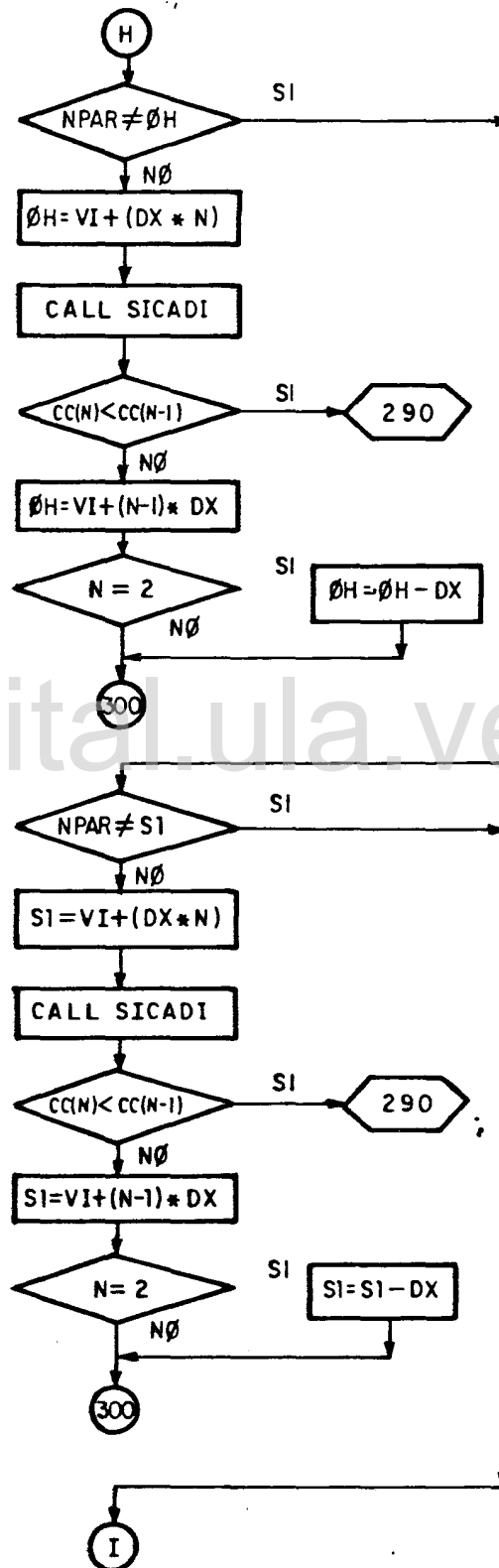


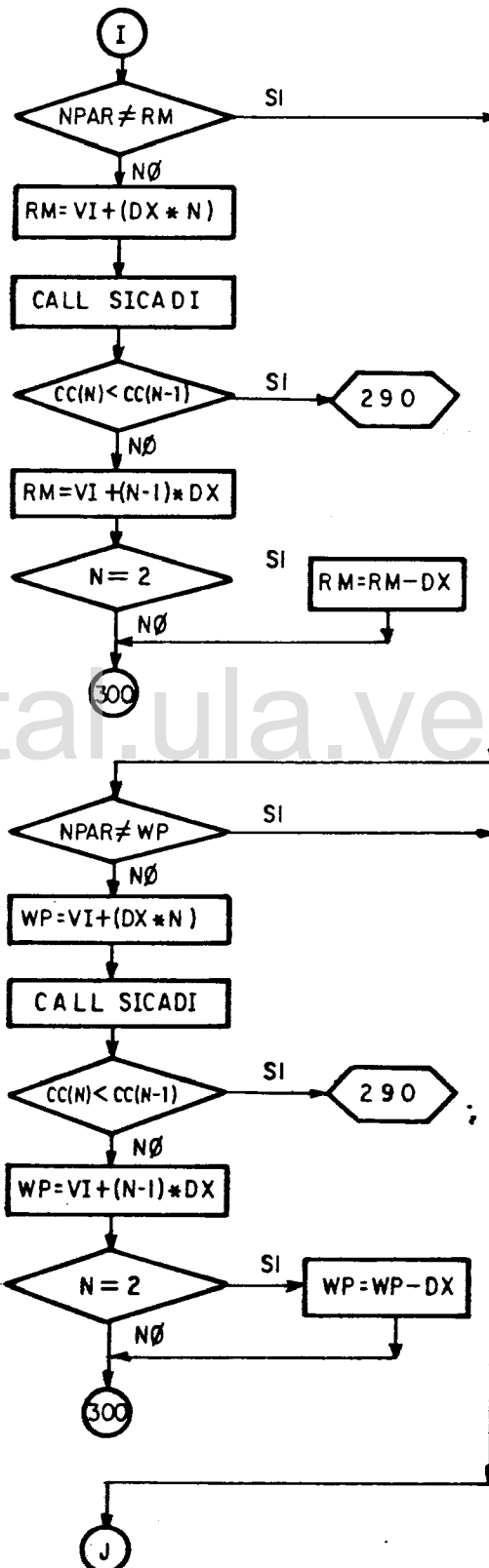


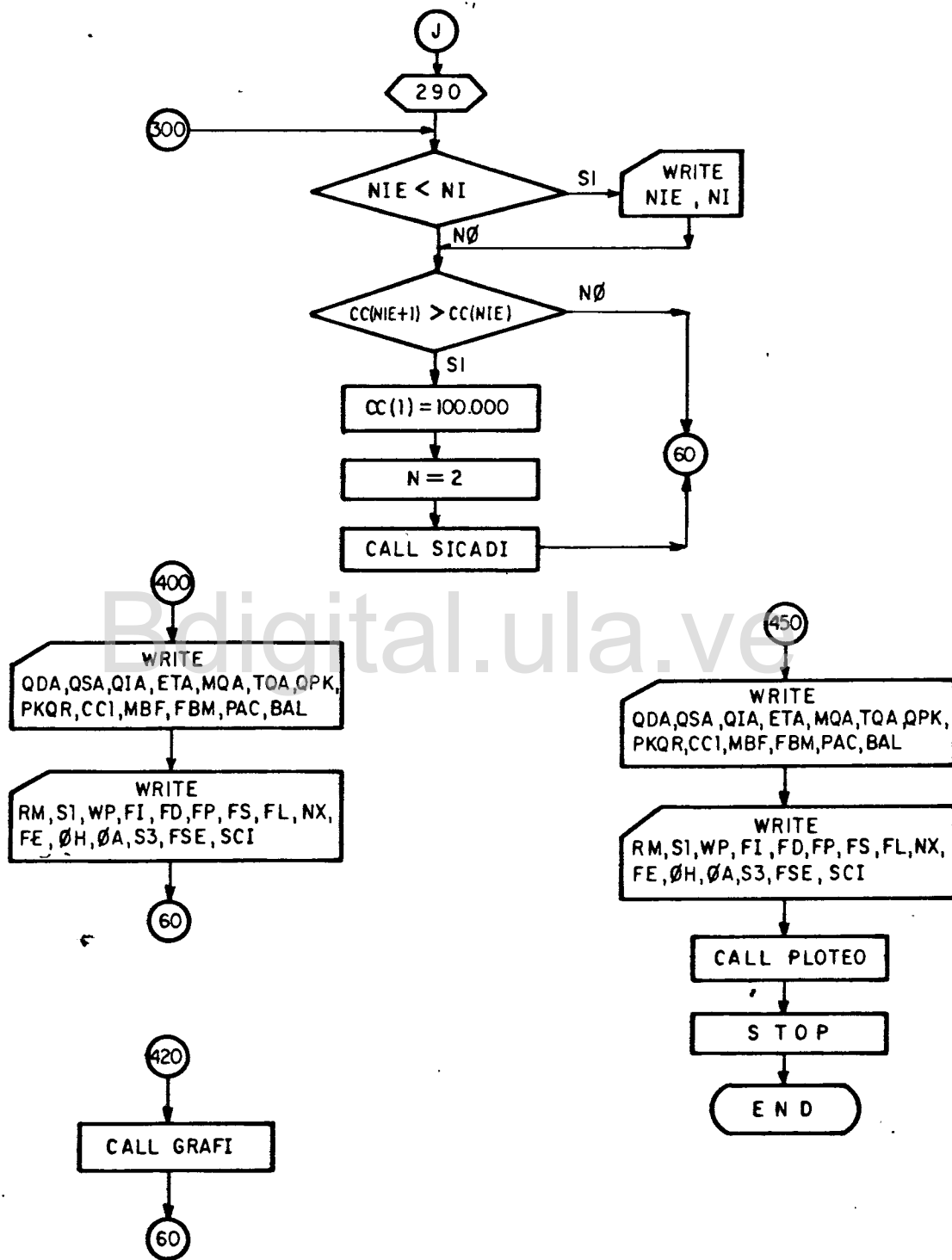


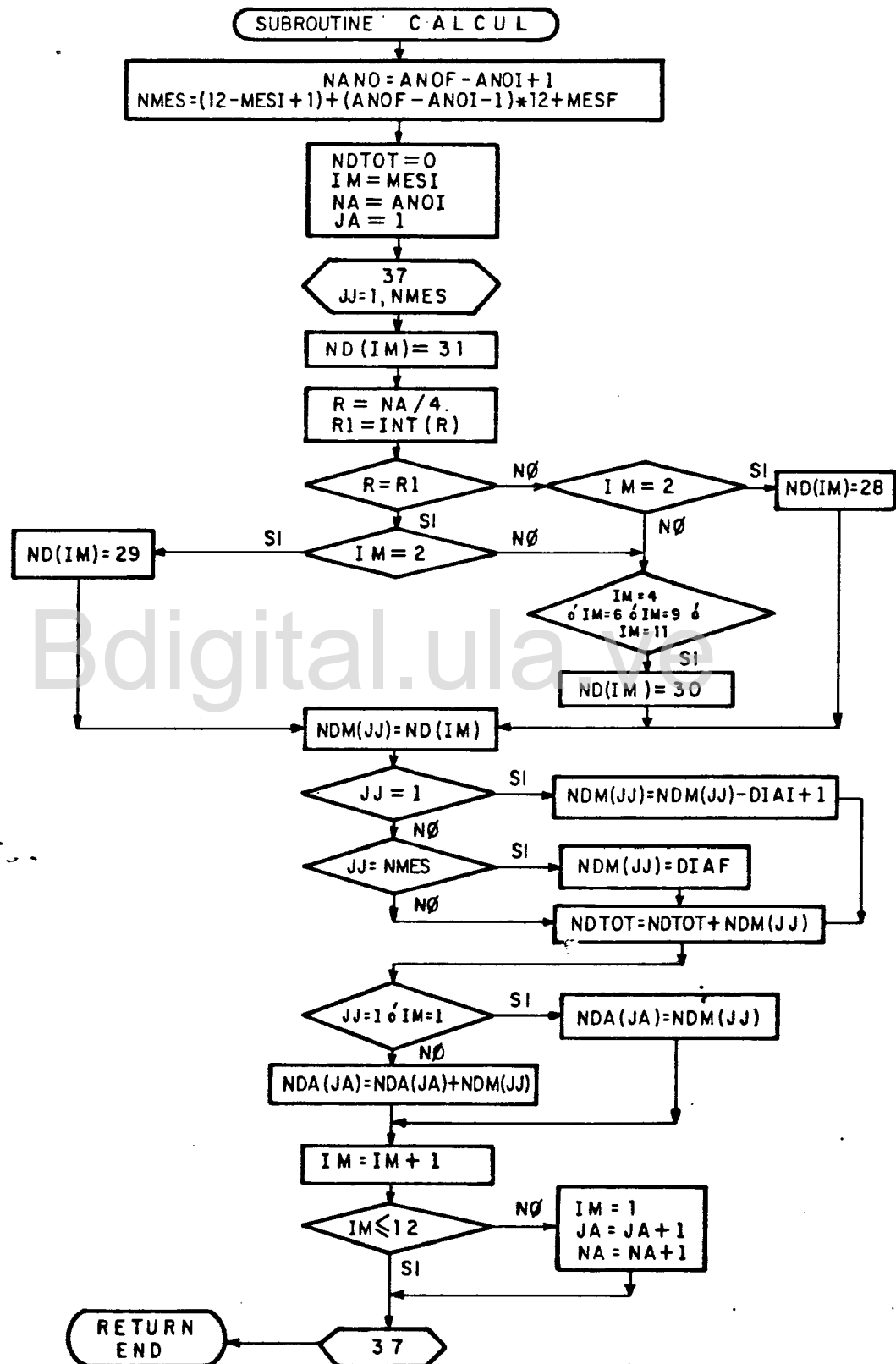


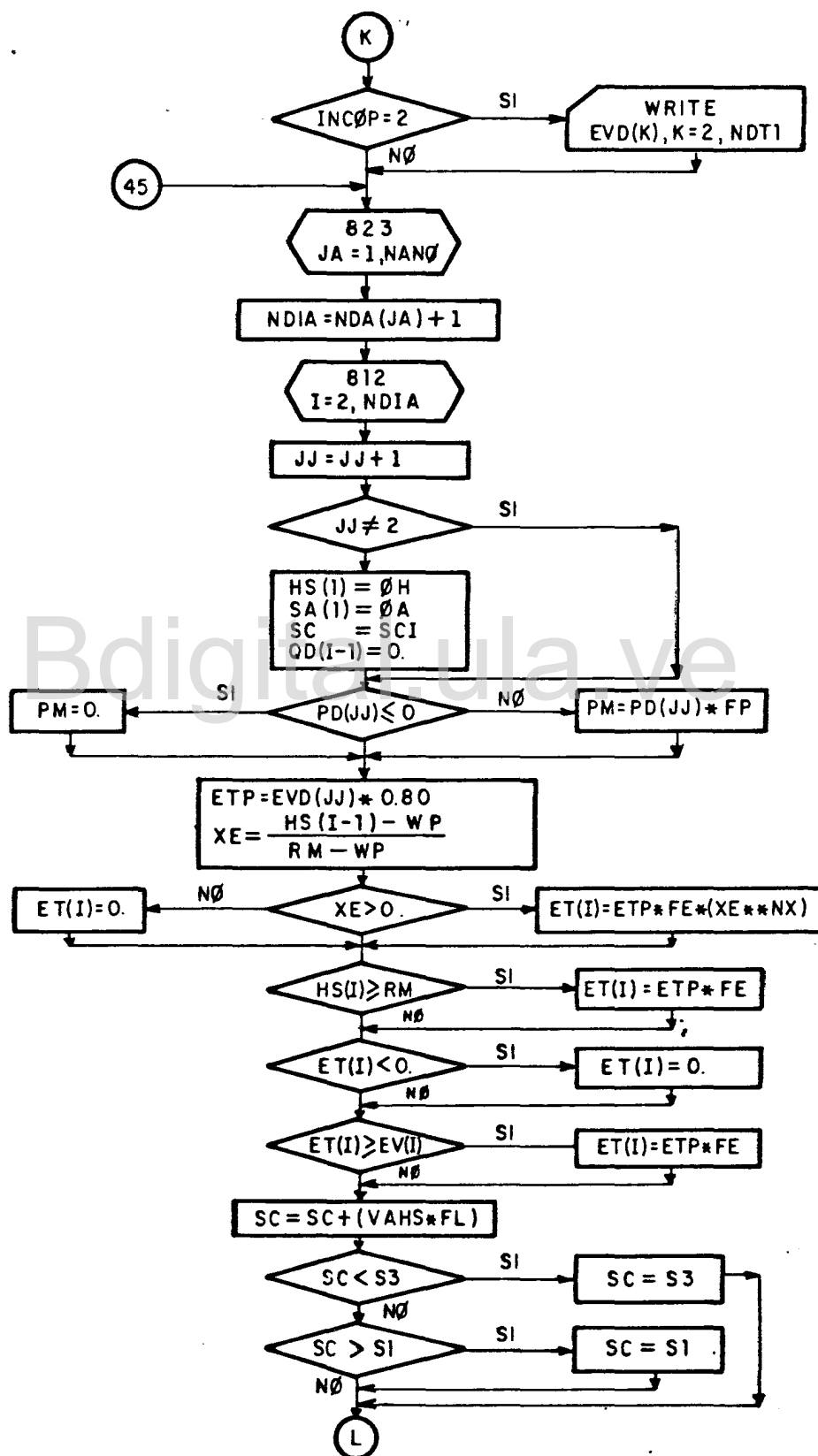


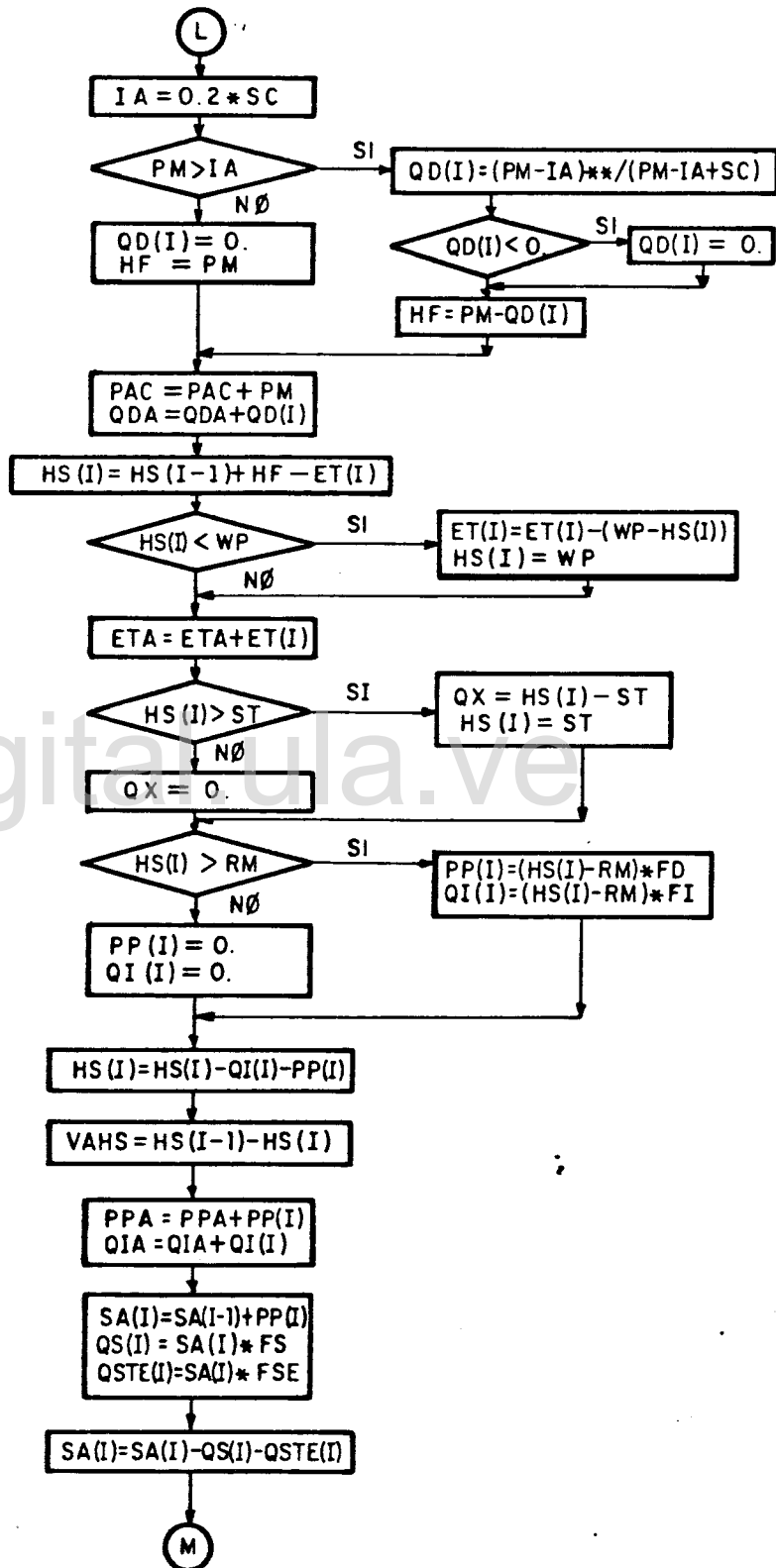


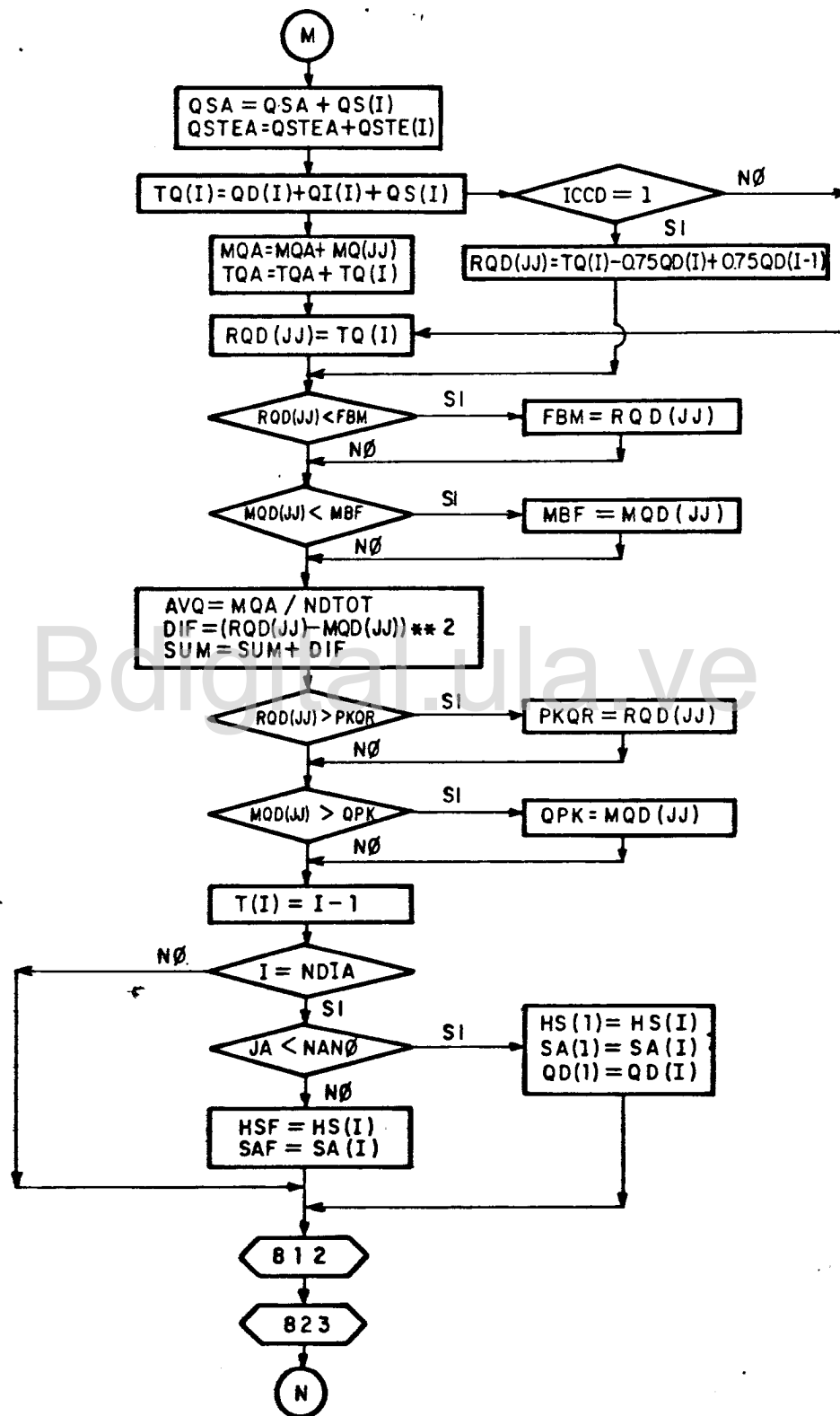


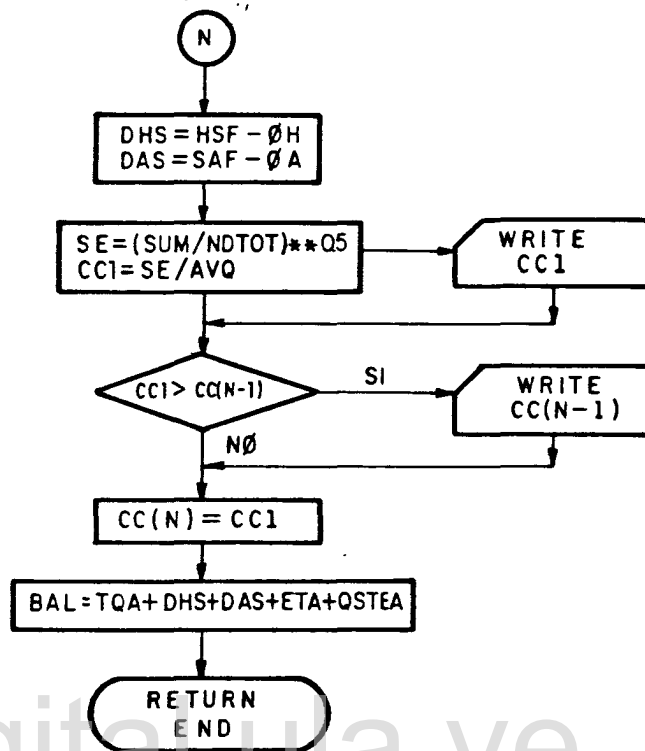




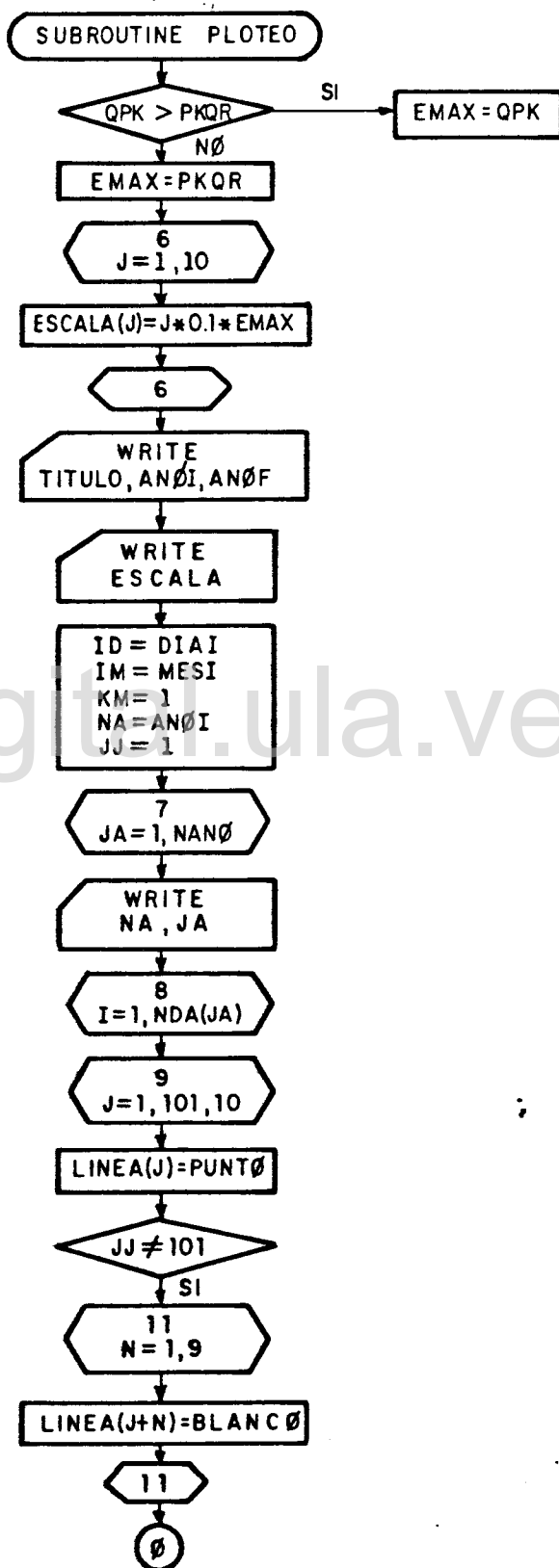


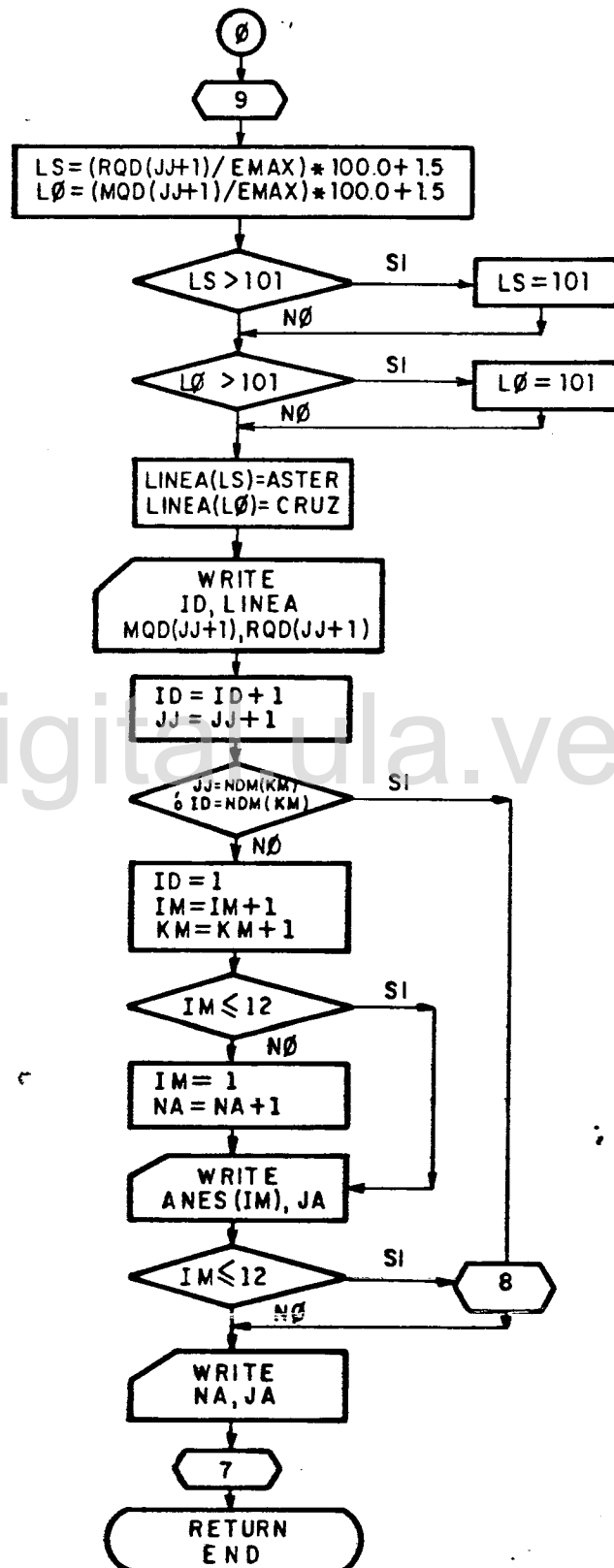






Bdigital.ula.ve





APENDICE II-A

Listado del programa elaborado por la
Calibración Automática

Bdigital.ula.ve

C.C.Reconocimiento

```

00001
00002 *****
00003 *
00004 *      PROGRAMA ELABORADO PARA LA CALIBRACION AUTOMATICA      *
00005 *
00006 *****
00007 C
00008 FTN
00009 $FILES(0,3)
00010 $ENA /C1/,/C2/
00011 PROGRAM KEHOJ
00012 CHARACTER *60 TITULO
00013 CHARACTER *6 NOMI,SALI*6
00014 COMMON /C1/ PD(1827),EVD(1827),MQD(1827),RQD(1827)
00015 COMMON /C2/ HS(367),SA(367),QD(367),QSTE(367),QS(367),TI(367),
00016 *QI(367),IQ(367),PP(367),ET(367)
00017 COMMON /C3/ FE,FB,FI,FD,FL,FP,S3,NX,FSE,DA,OH,ST,RH,WP,S1,SCI,
00018 *QDA,QSA,QSTEA,QIA,PPA,ETA,TQA,MQA,RQA,PAC,BAL,SUN,QPK,PKQR,CCI,
00019 *MBF,FEM
00020 COMMON /C4/ NDA(5),NDH(60),ND(12),NDTOT
00021 COMMON /C5/ ANOI,ANOF,MESI,MESF,DIAI,DIAF,IUNIT,AREA,NMES,NAND,
00022 *TITULO,LCRD,IMP,LCRT,INCOP,ICCD
00023 COMMON /C6/ N,IPAR(10),PAR(10)
00024 C
00025 INTEGER DIAI,DIAF,ANOI,ANOF
00026 INTEGER TI
00027 REAL IA,MBF,NX,MQA,MQD
00028 REAL LINEA
00029 DIMENSION XG(10),PQN(10),D(10),XI(10),XS(10),XD(10),T(10),X(10)
00030 WRITE(1,('DAR NOMBRE DEL ARCHIVO DE ENTRADA DE DATOS'))
00031 C
00032 LCRD=35
00033 READ(1,('A6')) NOMI $ OPEN(LCRD,FILE=NOMI,STATUS='OLD')
00034 LCRT=1 $ LIMP=1
00035 WRITE(1,('DAR UNIDAD DE SALIDA'))
00036 READ(1,*)IMP
00037 WRITE(1,('NOMBRE DEL ARCHIVO DE SALIDA',
00038 * / 'N.B. DEBE HABER SIDO CREADO'))
00039 READ(1,('A6')) SALI
00040 OPEN(IMP,FILE=SALI,STATUS='OLD')
00041 C
00042 CALL DATOS
00043 C
00044 READ(LCRD,15) N,(IPAR(I),I=1,N)
00045 READ(LCRD,10) ST,WP,OH,DA,SCI
00046 READ(LCRD,10) (PAR(I),I=1,10)
00047 DO I=1,N
00048 READ(LCRD,10) XG(I),PQN(I),D(I),XI(I),XS(I)
00049 END DO
00050 C
00051 CALL CALCUL
00052 C
00053 A=1
00054 C
00055 ALGORITMO DE HOOKE-JEEVES MODIFICADO UTILIZADO
00056 PARA LA CALIBRACION AUTOMATICA
00057 C
00058 I=0 $ IAB=0
00059 FG=-CC(XG)
00060 NEF=1
00061 11 DO J=1,N
00062 XG(J)=XG(J)
00063 END DO
00064 FG=FG

```

```

00065 21 IAB=IAB+1
00066 DO J=1,N
00067 X(J)=X0(J)
00068 T(J)=X(J)
00069 END DO
00070 FX=FO
00071 31 I=I+1
00072 J=0
00073 41 J=J+1
00074 IF(J.GT.N) GO TO 14
00075 T(J)=AMIN1(XS(J),X(J)+D(J))
00076 FT=-CC(T)
00077 NEF=NEF+1
00078 IF(FT.LE.FX) GO TO 12
00079 X(J)=T(J)
00080 FX=FT
00081 GO TO 41
00082 12 T(J)=AMAX1(XI(J),X(J)-D(J))
00083 FT=-CC(T)
00084 NEF=NEF+1
00085 IF(FT.LE.FX) GO TO 13
00086 X(J)=T(J)
00087 FX=FT
00088 GO TO 41
00089 13 T(J)=X(J)
00090 GO TO 41
00091 14 IF(FX.LE.FG) GO TO 17
00092 IAB=0
00093 IF(FX.LE.FD) GO TO 18
00094 DO J=1,N
00095 XD(J)=X(J)+A*(X(J)-XG(J))
00096 XD(J)=AMAX1(XD(J),XI(J)) $ XD(J)=AMIN1(XD(J),XS(J))
00097 XG(J)=X(J)
00098 END DO
00099 FG=FX
00100 FD=-CC(XD)
00101 NEF=NEF+1
00102 GO TO 21
00103 17 IF(IAB.LT.1) GO TO 11
00104 18 ISO=0
00105 DO 40 J=1,N
00106 IF(D(J).LT.FQN(J)) GO TO 40
00107 ISO=1
00108 D(J)=D(J)*0.5
00109 40 CONTINUE
00110 IF(ISO.EQ.1) GO TO 31
00111 FX=-CC(X)
00112 C
00113 CALL COEFI
00114 C
00115 WRITE(IMP,84)
00116 WRITE(IMP,86) QDA,QSA,QIA,ETA,MQA,TQA,QPK,
00117 * PKQR,CC1,MBF,FEM,PAC,BAL
00118 WRITE(IMP,88)
00119 WRITE(IMP,92) ST,RH,WP,OH,OA,S1,S3,SCI
00120 WRITE(IMP,94)
00121 WRITE(IMP,92) FP,FI,FL,FE,NX,FD,FB,FSE
00122 C
00123 CALL PLOTEO
00124 C
00125 C *****FORMATOS*****
00126 C
00127 10 FORMAT(5F10.4)
00128 15 FORMAT(16I5)
00129 84 FORMAT(//,35X,"CUADRO RESUMEN",//)

```

```

00130 86 FORMAT(18X,"QDA=",F10.3,4X,"QSA=",F10.3,4X,"QIA=",F10.3,/,
00131 * 18X,"ETA=",F10.3,4X,"QQA=",F10.3,4X,"TQA=",F10.3,/,
00132 * 21X,"QPK=",F6.2,4X,"PKQR=",F6.2,4X,"CC1=",F10.4,/,
00133 * 30X,"MBF=",F6.2,6X,"FBM=",F6.2,/,26X,"PAC=",F10.3,6X,"BAL=",
00134 * F10.3,/,/,37X,"PARAMETROS",/)
00135 88 FORMAT(6X,"S1",6X,"RM",8X,"WP",8X,"DH",8X,"DA",8X,"S1",8X,"S3",
00136 * 7X,"SCI")
00137 92 FORMAT(2X,8F10.4)
00138 94 FORMAT(/,6X,"FP",8X,"FI",8X,"FL",8X,"FE",8X,"NX",8X,"FD",7X,"FB",
00139 * 7X,"FSE")
00140 C
00141 STOP
00142 END
00143 C
00144 $EMA /C1/,/C2/
00145 SUBROUTINE DATOS
00146 CHARACTER *60 TITULO
00147 COMMON /C1/ PD(1827),EVD(1827),MQD(1827),RGD(1827)
00148 COMMON /C2/ HS(367),SA(367),QD(367),QSTE(367),QS(367),TI(367),
00149 * QI(367),TQ(367),PP(367),ET(367)
00150 COMMON /C3/ FE,FB,FI,FD,FL,FP,S3,NX,FSE,QA,QH,ST,RM,WP,S1,SCI,
00151 * QDA,QSA,QSTE,QIA,PPA,ETA,TQA,MQA,RQA,PAC,BAL,SUM,QPK,PKQR,CC1,
00152 * MBF,FBM
00153 COMMON /C4/ NDA(5),NDM(60),ND(12),NDTOT
00154 COMMON /C5/ ANOI,ANOF,MESI,MESF,DIAI,DIAF,IUNIT,AREA,MNES,NANO,
00155 * TITULO,LCRD,IMP,LCRT,INCOP,ICCD
00156 COMMON /C6/ N,IPAR(10),PAR(10)
00157 C
00158 INTEGER DIAI,DIAF,ANOI,ANOF
00159 INTEGER TI
00160 REAL IA,MBF,NX,MQA,MQD
00161 REAL LINEA
00162 C
00163 C SE LEE INFORMACION GENERAL DE LA CUENCA
00164 C
00165 READ(LCRD,32) TITULO
00166 READ(LCRD,42) DIAI,MESI,ANOI,DIAF,MESF,ANOF
00167 READ(LCRD,45) AREA
00168 C
00169 C IUNIT : INDICADOR DE UNIDADES DEL ARREGLO DE VALORES
00170 C OBSERVADOS DEL CAUDAL
00171 C
00172 C - LAMINA ESCURRIDA EN mm. : IUNIT=0
00173 C - CAUDAL EN m**3/seg : IUNIT=1
00174 C CAUDAL EN l/seg : IUNIT=2
00175 C
00176 C INCOP : INDICE DE CORRECCION DE LA PRECIPITACION Y
00177 C DE EVAPORACION
00178 C
00179 C NO SE CORRIGE LA PRECIP. NI LA EVAP. : INCOP=0
00180 C SE CORRIGE LA PRECIPITACION : INCOP=1
00181 C SE CORRIGEN PRECIP. Y EVAP. : INCOP=2
00182 C
00183 C ICCD : INDICE DE CORRECCION DEL CAUDAL DIRECTO
00184 C
00185 C SI NO SE CORRIGE EL CAUDAL DIRECTO : ICCD=0
00186 C SI SE CORRIGE EL CAUDAL DIRECTO : ICCD=1
00187 C
00188 READ(LCRD,20) IUNIT,INCOP,ICCD
00189 C
00190 C *****FORMATOS*****
00191 C
00192 20 FORMAT(3I5)
00193 32 FORMAT(10X,7HCUENCA,A60)
00194 42 FORMAT(6I10)

```

```

00195 45 FORMAT(F10.2)
00196 C
00197 RETURN
00198 END
00199 C
00200 $ENA /C1/,/C2/
00201 SUBROUTINE CALCUL
00202 CHARACTER*60 TITULO
00203 COMMON /C1/ PD(1827),EVD(1827),MQD(1827),RQD(1827)
00204 COMMON /C2/ HS(367),SA(367),QD(367),QSTE(367),QS(367),TI(367),
00205 *QI(367),TQ(367),PP(367),ET(367)
00206 COMMON /C3/ FE,FB,FI,FD,FL,FP,S3,NX,FSE,OA,OH,ST,RH,WF,S1,SCI,
00207 *QDA,QSA,QSTE,QIA,PPA,ETA,TQA,MQA,RQA,PAC,BAL,SUM,QPK,PKQA,CCI,
00208 *MBF,FBM
00209 COMMON /C4/ NDA(5),NDM(60),ND(12),NDTOT
00210 COMMON /C5/ ANOI,ANOF,MESI,MESF,DIAI,DIAF,IUNIT,AREA,NMES,NANO,
00211 *TITULO,LCRD,IMP,LCRT,INCOP,ICCD
00212 COMMON /C6/ N,IPAR(10),PAR(10)
00213 C
00214 INTEGER DIAI,DIAF,ANOI,ANOF
00215 INTEGER TI
00216 REAL IA,MBF,NX,MQA,MQD
00217 REAL LINEA
00218 C
00219 NANO=ANOF-ANOI+1
00220 NMES=(12-MESI+1)+(ANOF-ANOI-1)*12+MESF
00221 NDTOT=0 $ IM=MESI $ NA=ANOI $ JA=1
00222 DO 37 JJ=1,NMES
00223 ND(IM)=31 $ R=NA/4. $ R1=INT(R)
00224 IF(R.EQ.R1) THEN
00225 IF(IM.EQ.2) ND(IM)=29
00226 ELSE
00227 IF(IM.EQ.2) ND(IM)=28
00228 END IF
00229 IF(IM.EQ.4.OR.IM.EQ.6.OR.IM.EQ.9.OR.IM.EQ.11) ND(IM)=30
00230 NDM(JJ)=ND(IM)
00231 IF(JJ.EQ.1) NDM(JJ)=NDM(JJ)-DIAI+1
00232 IF(JJ.EQ.NMES) NDM(JJ)=DIAF
00233 NDTOT=NDTOT+NDM(JJ)
00234 IF(JJ.EQ.1.OR.IM.EQ.1) THEN
00235 NDA(JA)=NDM(JJ)
00236 ELSE
00237 NDA(JA)=NDA(JA)+NDM(JJ)
00238 END IF
00239 IM=IM+1
00240 IF(IM.LE.12) GO TO 37
00241 IM=1 $ JA=JA+1 $ NA=NA+1
00242 IF(JA.GT.NANO) GO TO 37
00243 37 CONTINUE
00244 C
00245 NDT1=NDTOT+1 $ NDT2=NDTOT+2
00246 C
00247 C SE LEEN LOS ARREGLOS DE PREC. , EVAP. Y CAUDAL
00248 C
00249 READ(LCRD,43) (PD(I),I=2,NDT2)
00250 READ(LCRD,43) (EVD(I),I=2,NDT2)
00251 READ(LCRD,43) (MQD(I),I=2,NDT1)
00252 C
00253 IF(IUNIT.EQ.1.OR.IUNIT.EQ.2) THEN
00254 DO I=2,NDT1
00255 MQD(I)=MQD(I)*86.4/AREA
00256 IF(IUNIT.EQ.2) THEN
00257 MQD(I)=MQD(I)/1000.
00258 END IF

```

```

00258      END DO
00259      WRITE(IMP,39)
00260      WRITE(IMP,43) (MQD(I),I=2,NDT1)
00261      END IF
00262 C
00263      IF(INCOP.EQ.1.OR.INCOP.EQ.2) THEN
00264      DO K=2,NDT1
00265      PD(K)=PD(K+1)
00266      IF(INCOP.EQ.2) THEN
00267      EVD(K)=EVD(K+1)
00268      END IF
00269      END DO
00270      WRITE(IMP,35)
00271      WRITE(IMP,43) (PD(K),K=2,NDT1)
00272      IF(INCOP.EQ.2) THEN
00273      WRITE(IMP,33)
00274      WRITE(IMP,43) (EVD(K),K=2,NDT1)
00275      END IF
00276      END IF
00277 C
00278 C *****FORMATOS*****
00279 C
00280 C
00281 35 FORMAT(/,15X,"ARREGLO DE LA PRECIPITACION CORREGIDA",/)
00282 33 FORMAT(/,15X,"ARREGLO DE LA EVAPORACION CORREGIDA",/)
00283 39 FORMAT(/,15X,"ARREGLO DE LA LAMINA ESCURRIDA EN MM.",/)
00284 43 FORMAT(10F8.2)
00285      RETURN
00286      END
00287 C
00288 $EMA /C1//C2/
00289      FUNCTION CC(X)
00290      CHARACTER*66 TITULO
00291      COMMON /C1/ PD(1827),EVD(1827),MQD(1827),RQD(1827)
00292      COMMON /C2/ HS(367),SA(367),QD(367),QSTE(367),QS(367),TI(367),
00293      *QI(367),IQ(367),PP(367),ET(367)
00294      COMMON /C3/ FE,FB,FI,FD,FL,FP,S3,NX,FSE,QA,QH,ST,RH,WP,S1,SCI,
00295      *QDA,QSA,QSTE,QIA,PPA,ETA,TQA,MQA,RQA,PAC,BAL,SUM,QPK,PKQR,CC1,
00296      *MBF,FRM
00297      COMMON /C4/ NDA(5),NDM(60),ND(12),NDTOT
00298      COMMON /C5/ ANOI,ANOF,MESI,MESF,DIAI,DIAF,IUNIT,AREA,NMES,NANO,
00299      *TITULO,LCRD,IMP,LCRT,INCOP,ICCD
00300      COMMON /C6/ N,IPAR(10),PAR(10)
00301 C
00302      INTEGER DIAI,DIAF,ANOI,ANOF
00303      INTEGER TI
00304      REAL IA,MBF,NX,MQA,MQD
00305      REAL LINEA
00306      DIMENSION X(10)
00307 C
00308      WRITE(1,('ENTRO A SICADI'))
00309 C
00310      PAC=0. $ ETA=0. $ QDA=0. $ QIA=0. $ PPA=0. $ QSTE=0. $ BAL=0.
00311      QSA=0. $ TQA=0. $ RQA=0. $ SUM=0. $ QPK=0. $ PKQR=0. $ VAHS=0.
00312      MBF=150. $ FRM=150.
00313 C
00314      DO I=1,N
00315      IP=IPAR(I)
00316      PAR(IP)=X(I)
00317 C
00318      IF(IP.EQ.1) THEN
00319      IF(OH.GT.PAR(1)) OH=PAR(1)
00320      END IF
00321 C
00322      IF(IP.EQ.2) THEN
00323      IF(SCI.GT.PAR(2)) THEN

```

```

00324 SCI=PAR(2)
00325 END IF
00326 END IF
00327 C
00328 IF(IP.EQ.3.OR.IP.EQ.7) THEN
00329 PENAL1=PAR(3)+PAR(7)
00330 IF(PENAL1.GT.1.0) THEN
00331 CC=999999999
00332 WRITE(LCRT,('SOLUCION ILOGICA'))
00333 RETURN
00334 END IF
00335 END IF
00336 C
00337 IF(IP.EQ.8.OR.IP.EQ.9) THEN
00338 PENAL2=PAR(8)+PAR(9)
00339 IF(PENAL2.GT.1.0) THEN
00340 CC=999999999
00341 WRITE(LCRT,('SOLUCION ILOGICA'))
00342 RETURN
00343 END IF
00344 END IF
00345 END DO
00346 C
00347 S3=0.04834*PAR(2)**1.25
00348 IF(SCI.LT.S3) THEN
00349 SCI=S3
00350 END IF
00351 C
00352 RM=PAR(1) $ S1=PAR(2) $ FI=PAR(3) $ FL=PAR(4) $ FE=PAR(5)
00353 NX=PAR(6) $ FD=PAR(7) $ FB=PAR(8) $ FSE=PAR(9) $ FP=PAR(10)
00354 C
00355 JJ=1
00356 C
00357 DO 823 JA=1,NANO
00358 NDIA=NDA(JA)+1
00359 DO 812 I=2,NDIA
00360 JJ=JJ+1
00361 IF(JJ.NE.2) GO TO 44
00362 HS(I-1)=OH $ SA(I-1)=OA $ SC=SCI $ QD(I-1)=0.
00363 44 PM=PD(JJ)*FP
00364 IF(PD(JJ).LE.0.) PM=0.
00365 ETP=EVD(JJ)*0.8
00366 -XE=(HS(I-1)-WP)/(RM-WP)
00367 IF(XE.GT.0.) THEN
00368 ET(I)=ETP*FE*(XE**NX)
00369 ELSE
00370 ET(I)=0.
00371 END IF
00372 IF(HS(I-1).GE.RM) ET(I)=ETP*FE
00373 IF(ET(I).LT.0.) ET(I)=0.
00374 SC=SC+(VAHS*FL)
00375 IF(SC.LT.0.) SC=0.
00376 IF(SC.LT.S3) SC=S3
00377 IF(SC.GT.S1) SC=S1
00378 IA=0.2*SC
00379 IF(PM.GT.IA) GO TO 500
00380 QD(I)=0. $ HF=PM $ GO TO 515
00381 C
00382 C ESTIMACION DEL CAUDAL POR EL METODO DEL SCS EEUU
00383 C Q=Pe**2/(Pe+S)
00384 C
00385 500 QD(I)=(PM-IA)*(PM-IA)/((PM-IA)+SC)
00386 HF=PM-QD(I)
00387 IF(HF.LT.0.) HF=0.
00388 515 PAC=PAC+PM

```

```

00389 QDA=QDA+QD(I)
00390 HS(I)=HS(I-1)+HF-ET(I)
00391 IF(HS(I).LT.WP) THEN
00392 ET(I)=ET(I)-(WP-HS(I))
00393 HS(I)=WP
00394 END IF
00395 ETA=ETA+ET(I)
00396 IF(HS(I).GT.ST) GO TO 550
00397 QX=0
00398 GO TO 555
00399 550 QX=HS(I)-ST
00400 HS(I)=ST
00401 555 IF(HS(I).GT.RM) GO TO 565
00402 PP(I)=0. $ QI(I)=0.
00403 GO TO 580
00404 565 PP(I)=FD*(HS(I)-RM)
00405 QI(I)=FI*(HS(I)-RM)
00406 HS(I)=HS(I)-PP(I)-QI(I)
00407 QIA=QIA+QI(I)
00408 580 VAHS=HS(I-1)-HS(I)
00409 PPA=PPA+PP(I)
00410 SA(I)=SA(I-1)+PP(I)
00411 QS(I)=FB*SA(I) $ QSA=QSA+QS(I)
00412 QSTE(I)=FSE*SA(I) $ QSTEA=QSTEA+QSTE(I)
00413 SA(I)=SA(I)-QS(I)-QSTE(I)
00414 IF(SA(I).LT.0.) SA(I)=0.
00415 TQ(I)=QD(I)+QI(I)+QS(I)+QX $ TQA=TQA+TQ(I)
00416 IF(ICCD.EQ.1) THEN
00417 RQD(JJ)=TQ(I)-QD(I)+0.75*QD(I-1)+0.25*QD(I)
00418 ELSE
00419 RQD(JJ)=TQ(I)
00420 END IF
00421 IF(RQD(JJ).LE.0.) RQD(JJ)=0.
00422 IF(RQD(JJ).LT.FBM) FBM=RQD(JJ)
00423 IF(MQD(JJ).LT.MBF) MBF=MQD(JJ)
00424 RQA=RQA+RQD(JJ)
00425 DIF=(RQD(JJ)-MQD(JJ))*(RQD(JJ)-MQD(JJ))
00426 SUM=SUM+DIF
00427 IF(RQD(JJ).GT.PKQR) PKQR=RQD(JJ)
00428 IF(MQD(JJ).GT.QPK) QPK=MQD(JJ)
00429 811 IF(I.EQ.NDIA) THEN
00430 IF(JA.LT.NANO) THEN
00431 - HS(I)=HS(I) $ SA(I)=SA(I) $ QD(I)=QD(I)
00432 ELSE
00433 HSF=HS(I) $ SAF=SA(I)
00434 END IF
00435 END IF
00436 TI(I)=I-1
00437 812 CONTINUE
00438 823 CONTINUE
00439 DHS=HSF-OH $ DAS=SAF-OA
00440 CC=SUM
00441 C
00442 WRITE(1,88)
00443 WRITE(1,92) ST,RM,WP,OH,OA,S1,S3,SCI
00444 WRITE(1,94)
00445 WRITE(1,92) FP,FI,FL,FE,NX,FD,FB,FSE
00446 WRITE(1,31) SUM
00447 C
00448 BAL=TQA+DHS+DAS+ETA+QSTEA
00449 C
00450 C *****FORMATOS*****
00451 C
00452 31 FORMAT(3X,"CC=",F8.4)

```

```

00453 88 FORMAT(6X,"ST",8X,"RM",8X,"WP",8X,"OH",8X,"DA",8X,"S1",8X,"S3",
00454 * 7X,"SCI")
00455 92 FORMAT(2X,BF10.4)
00456 94 FORMAT(/,6X,"FP",8X,"FI",8X,"FL",8X,"FE",8X,"NX",8X,"FD",7X,"FB",
00457 * 7X,"FSE")
00458 C
00459 RETURN
00460 END
00461 C
00462 $EMA /C1/,/C2/
00463 SUBROUTINE COEFF
00464 CHARACTER*60 TITULO
00465 COMMON /C1/ PD(1827),EVD(1827),MQD(1827),RQD(1827)
00466 COMMON /C2/ HS(367),SA(367),QD(367),QSTE(367),QS(367),TI(367),
00467 * QI(367),TQ(367),PP(367),ET(367)
00468 COMMON /C3/ FE,FB,FI,FD,FL,FP,S3,NX,FSE,DA,OH,ST,RM,WP,S1,SCI
00469 * QDA,QSA,QSTE,QIA,PPA,ETA,TQA,MQA,RQA,PAC,BAL,SUM,QPK,PKQR,CC1,
00470 * MBF,FBM
00471 COMMON /C4/ NDA(5),NDM(60),ND(12),NDTOT
00472 COMMON /C5/ ANDI,ANDF,MESI,MESF,DIAI,DIAF,IUNIT,AREA,NMES,NAND,
00473 * TITULO,LCRD,IMP,LCRT,INCOP,ICCD
00474 COMMON /C6/ N,IPAR(10),PAR(10)
00475 C
00476 INTEGER DIAI,DIAF,ANDI,ANDF
00477 INTEGER TI
00478 REAL IA,MESF,NX,MQA,MQD
00479 REAL LINEA
00480 C
00481 MQA=0.
00482 DO J=2,NDTOT+1
00483 MQA=MQA+MQD(J)
00484 END DO
00485 AVQ=MQA/NDTOT
00486 SE=(SUM/NDTOT)**0.5
00487 CC1=SE/AVQ
00488 C
00489 RETURN
00490 END
00491 C
00492 $EMA /C1/,/C2/
00493 SUBROUTINE PLOTEO
00494 CHARACTER*60 TITULO
00495 COMMON /C1/ PD(1827),EVD(1827),MQD(1827),RQD(1827)
00496 COMMON /C2/ HS(367),SA(367),QD(367),QSTE(367),QS(367),TI(367),
00497 * QI(367),TQ(367),PP(367),ET(367)
00498 COMMON /C3/ FE,FB,FI,FD,FL,FP,S3,NX,FSE,DA,OH,ST,RM,WP,S1,SCI
00499 * QDA,QSA,QSTE,QIA,PPA,ETA,TQA,MQA,RQA,PAC,BAL,SUM,QPK,PKQR,CC1,
00500 * MBF,FBM
00501 COMMON /C4/ NDA(5),NDM(60),ND(12),NDTOT
00502 COMMON /C5/ ANDI,ANDF,MESI,MESF,DIAI,DIAF,IUNIT,AREA,NMES,NAND,
00503 * TITULO,LCRD,IMP,LCRT,INCOP,ICCD
00504 COMMON /C6/ N,IPAR(10),PAR(10)
00505 C
00506 INTEGER DIAI,DIAF,ANDI,ANDF
00507 INTEGER TI
00508 REAL IA,MESF,NX,MQA,MQD
00509 REAL LINEA
00510 DIMENSION LINEA(10),ESCALA(10),AMES(12)
00511 DATA BLANCO,PUNTO,CROZ,ASTER/1H,1H.,1H+,1H*/
00512 DATA AMES/3HEB,3HABR,3HABR,3HABR,3HMAY,3HJUN,3HJUL,3HAGO,
00513 * 3HSEP,3HOCT,3HNOV,3HDIC/
00514 C
00515 CALCULO DE LOS VALORES MAXIMOS Y MINIMOS DE LA ESCORRENTIA.
00516 C
00517 IF(QPK.GT.PKQR) THEN

```

```

00518 EMAX=QPK
00519 ELSE
00520 EMAX=PKQR
00521 END IF
00522 IF (MBF.LT.FBM) THEN
00523 EMIN=MBF
00524 ELSE
00525 EMIN=FBM
00526 END IF
00527 WRITE(IMP,29) EMAX,EMIN,RQA
00528 C
00529 C PLOTEO DE LOS VALORES DE ESCORRENTIA
00530 C OBSERVADOS Y ESTIMADOS.
00531 C
00532 DO 6 J=1,10
00533 ESCALA(J)=J*0.1*EMAX
00534 6 CONTINUE
00535 C
00536 WRITE(IMP,10) TITULO,AMES(MESI),ANDI,AMES(MESF),ANOF
00537 WRITE(IMP,20) ESCALA
00538 C
00539 ID=DIAI $ IM=MESI $ KM=1 $ NA=ANDI $ JJ=1
00540 DO 7 JA=1,NANO
00541 WRITE(IMP,16) AMES(IM-1),NA
00542 DO 8 I=1,NDA(JA)
00543 DO 9 J=1,101,10
00544 LINEA(J)=PUNTO
00545 IF (J.NE.101) THEN
00546 DO 11 N=1,9
00547 LINEA(J+N)=BLANCO
00548 11 CONTINUE
00549 END IF
00550 9 CONTINUE
00551 C
00552 LS=(RQD(JJ+1)/EMAX)*100.+1.5
00553 LO=(MQD(JJ+1)/EMAX)*100.+1.5
00554 IF (LS.GT.101) LS=101
00555 IF (LO.GT.101) LO=101
00556 LINEA(LS)=ASTER
00557 LINEA(LO)=CRUZ
00558 WRITE(IMP,30) ID,LINEA,MQD(JJ+1),RQD(JJ+1)
00559 ID=ID+1 $ JJ=JJ+1
00560 IF (KM.EQ.1) GO TO 22
00561 IF (ID.LE.NDM(KM)) GO TO 8
00562 22 IF (JJ.LE.NDB(KM)) GO TO 8
00563 IF (JJ.GT.NDTOT) GO TO 7
00564 ID=1 $ IM=IM+1 $ KM=KM+1
00565 IF (IM.LE.12) GO TO 12
00566 IM=1
00567 NA=NA+1
00568 12 WRITE(1,15) AMES(IM),NA
00569 8 CONTINUE
00570 7 CONTINUE
00571 C
00572 C *****FORMATOS*****
00573 C
00574 10 FORMAT(1H,10X,7HCUENCA,660,10X,8HPERIODO,63,1H,12,1H-,A3,1H,
00575 * 12,,20X,"PLOTEO DE LOS VALORES DE ESCORRENTIA",/)
00576 15 FORMAT(/,1H,A3,1H,12)
00577 16 FORMAT(/,1H,A3,7X,I3,/)
00578 20 FORMAT(7X,F11.1,9F10.1,4X,4H+DBS,5X,4H+SIM,/)
00579 29 FORMAT(/,15X,"EMAX=",F10.2,5X,"EMIN=",F10.2,5X,"RQA=",F10.3)
00580 30 FORMAT(1H,13,2X,101A1,2F9.2)
00581 C
00582 RETURN
00583 END

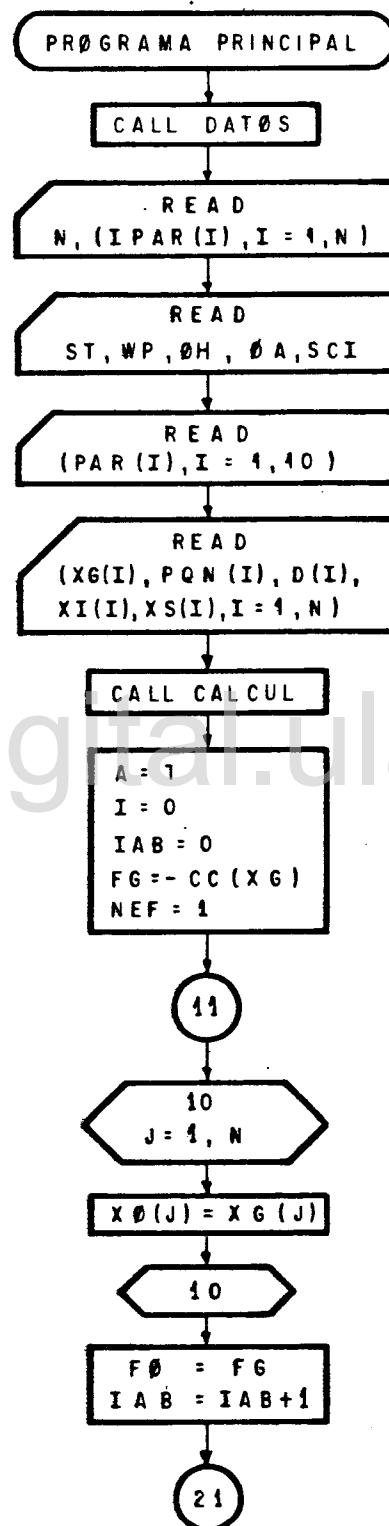
```

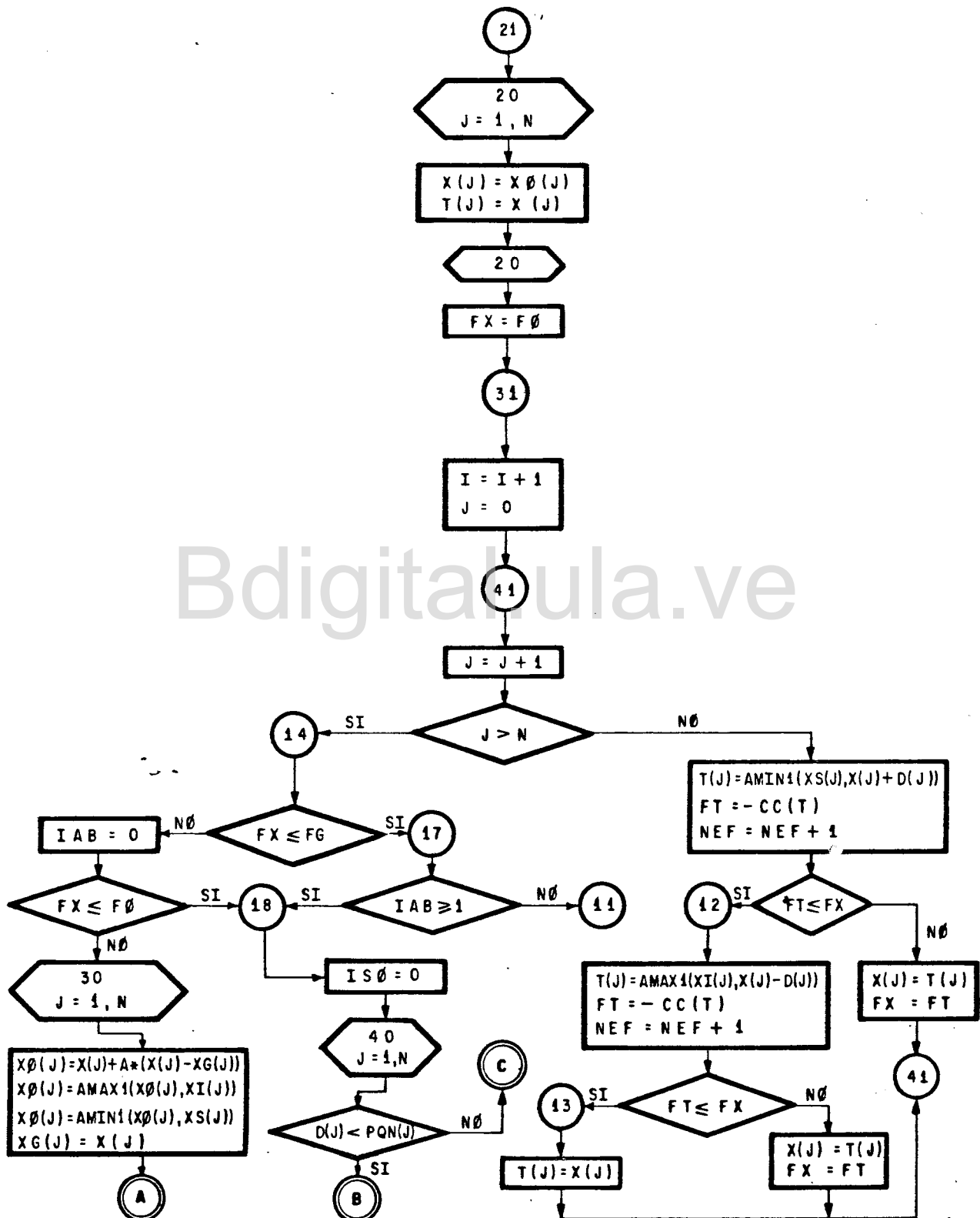
APENDICE II-B

Diagrama de flujo de la calibración automática,

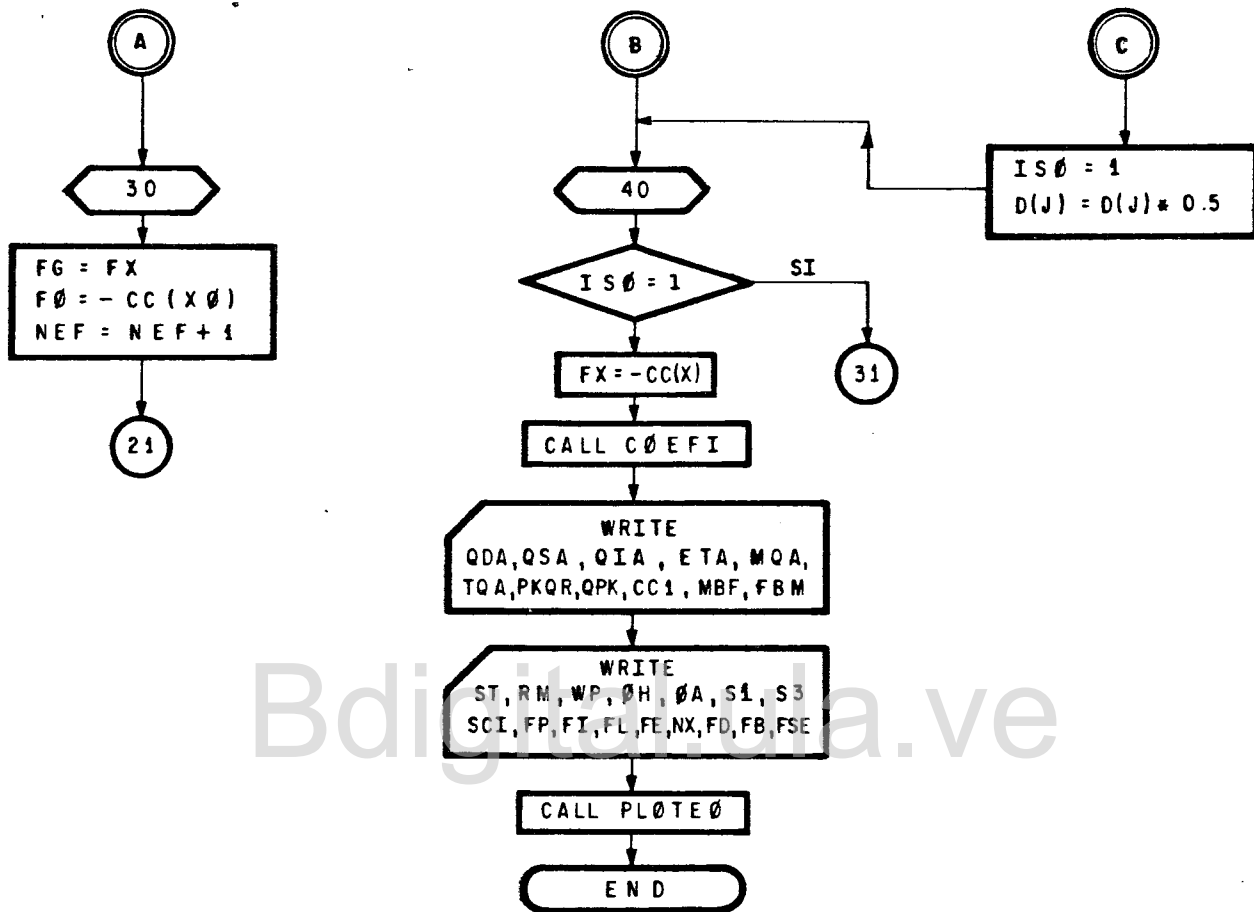
Programa Kehoj

Bdigital.ula.ve

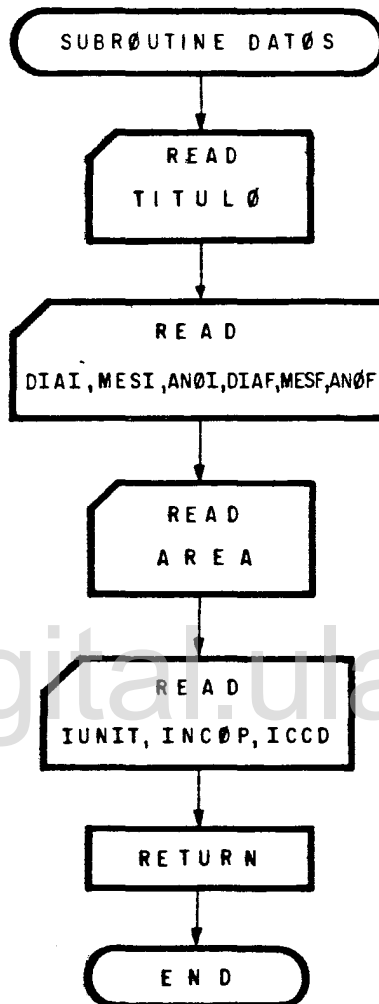


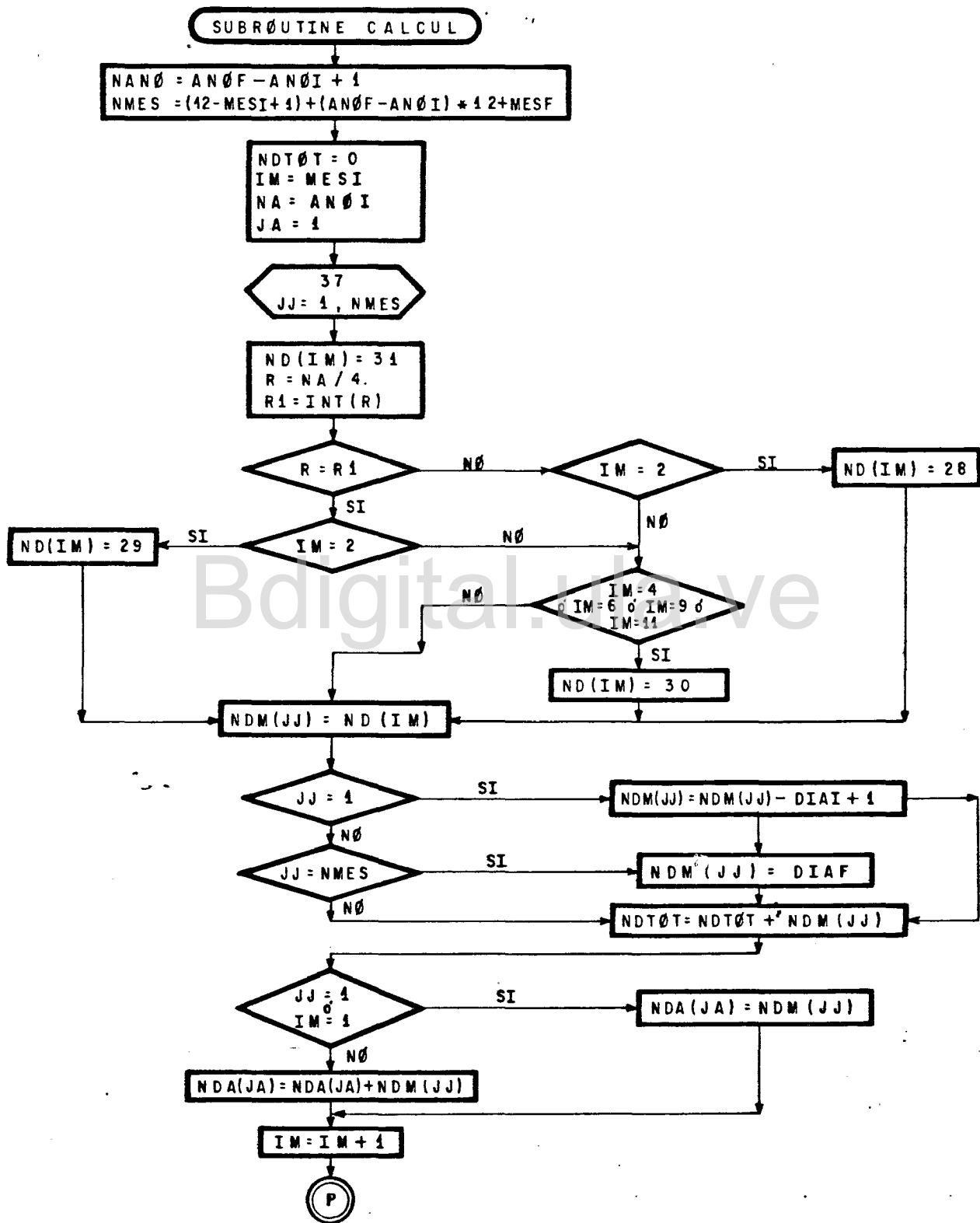


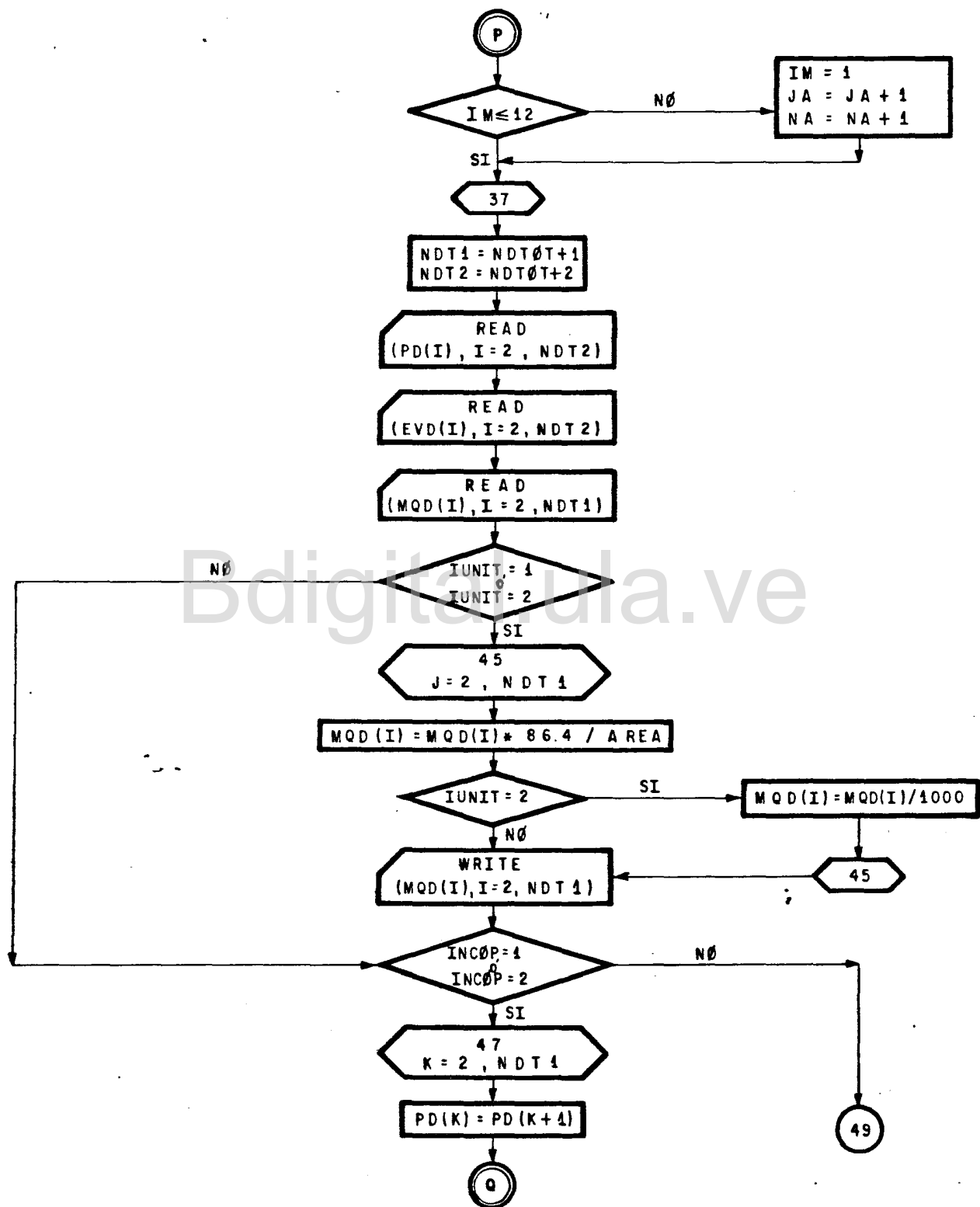
CONTINUACION: Programa principal



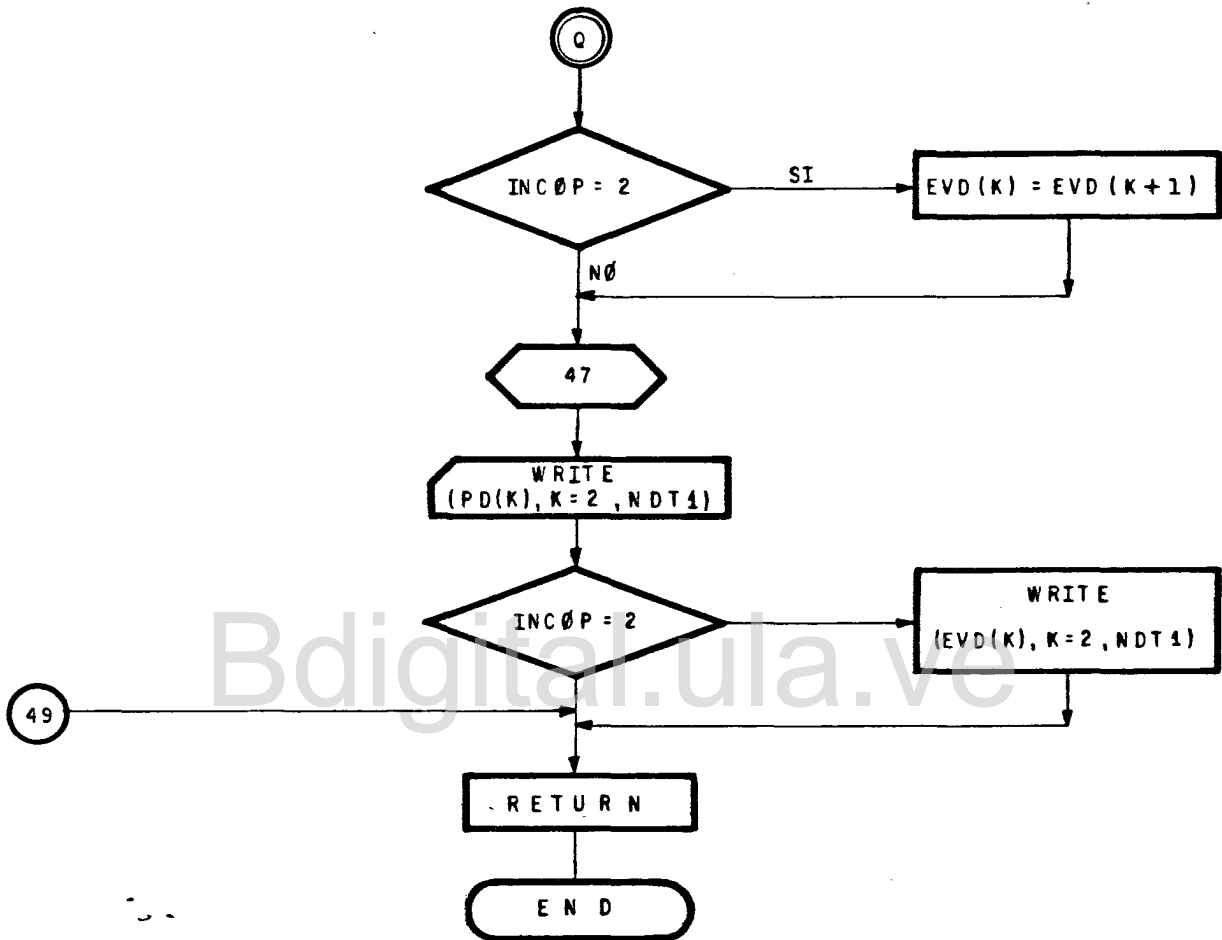
CONTINUACION: Programa principal



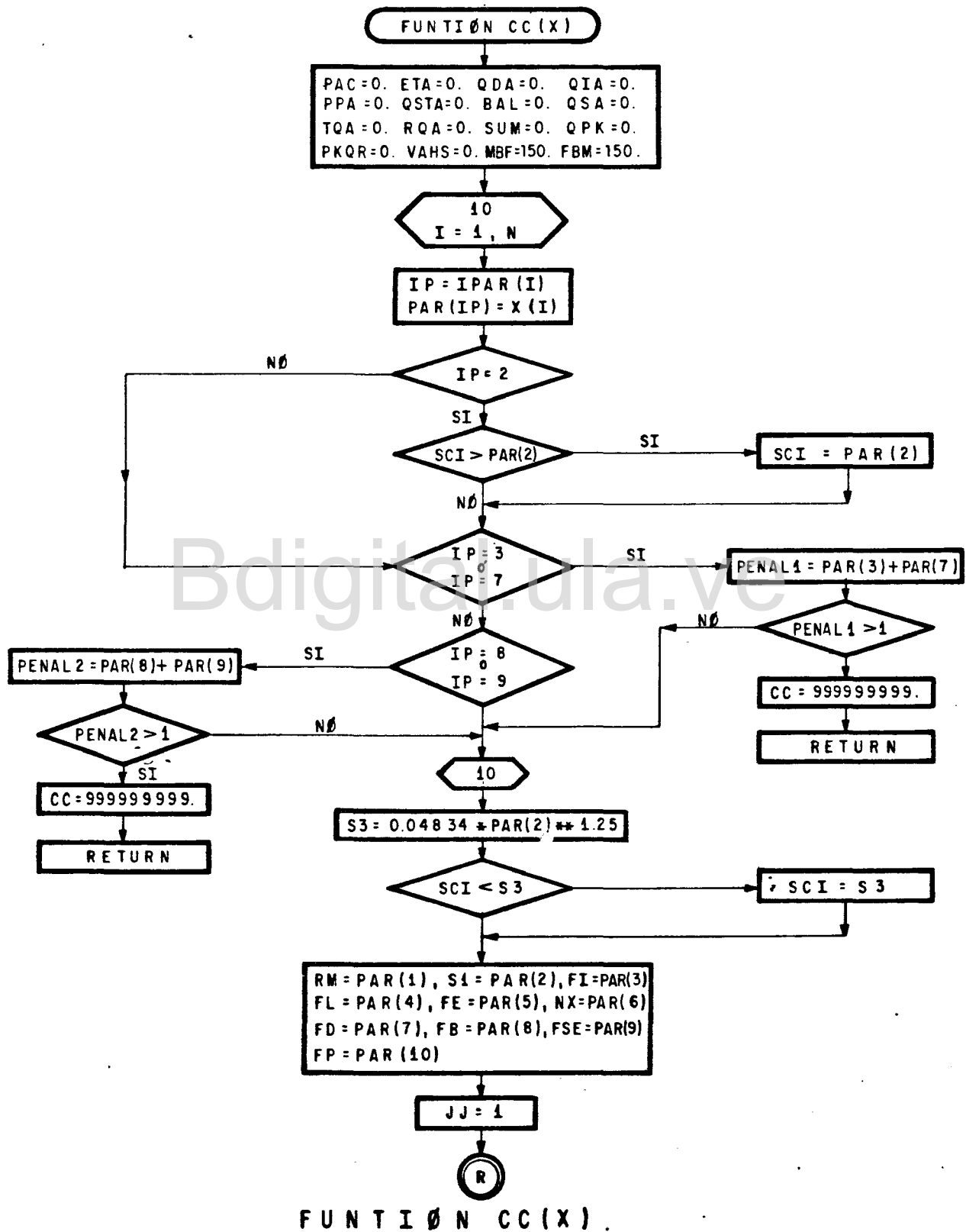


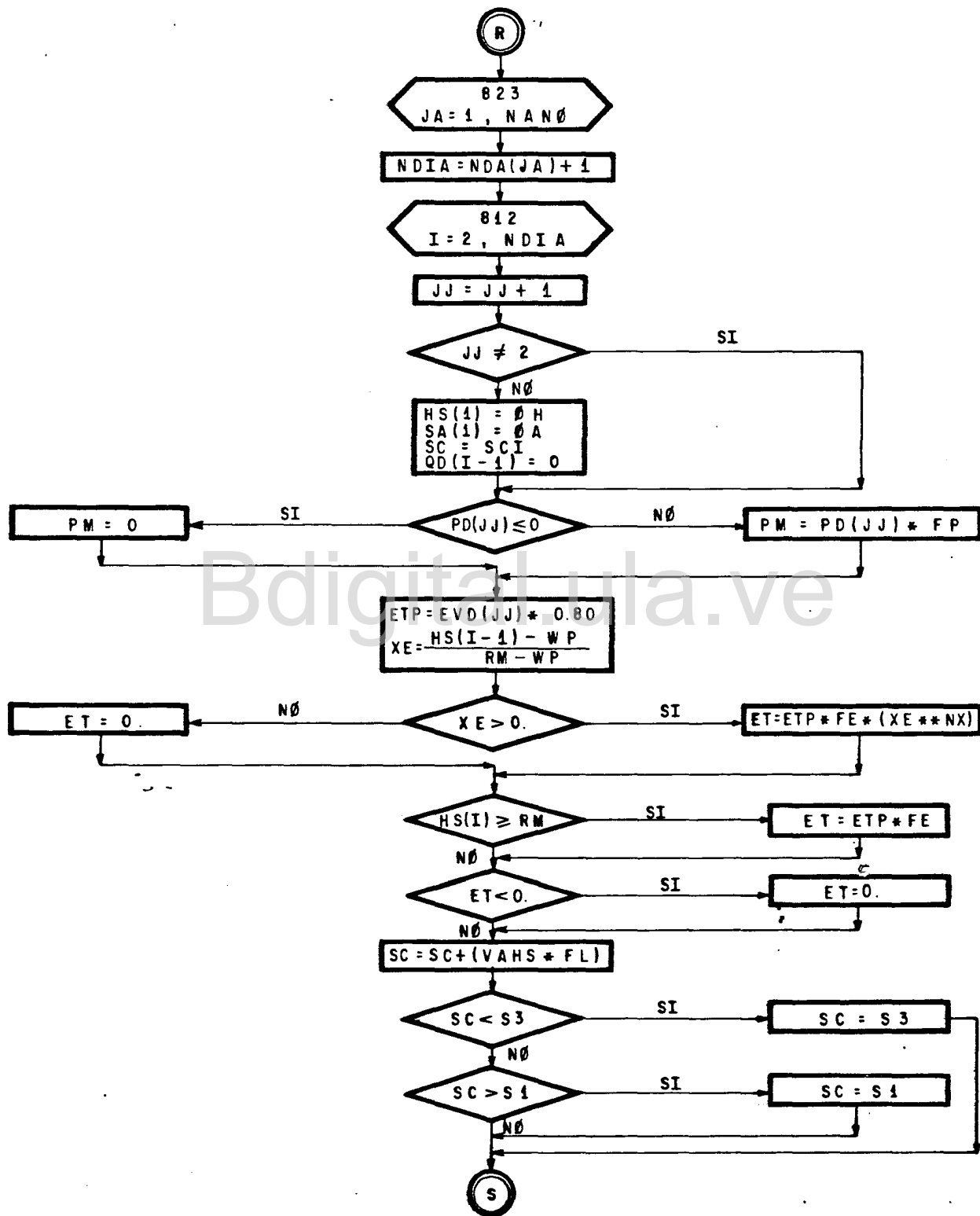


CONTINUACION: SUBROUTINE CALCUL

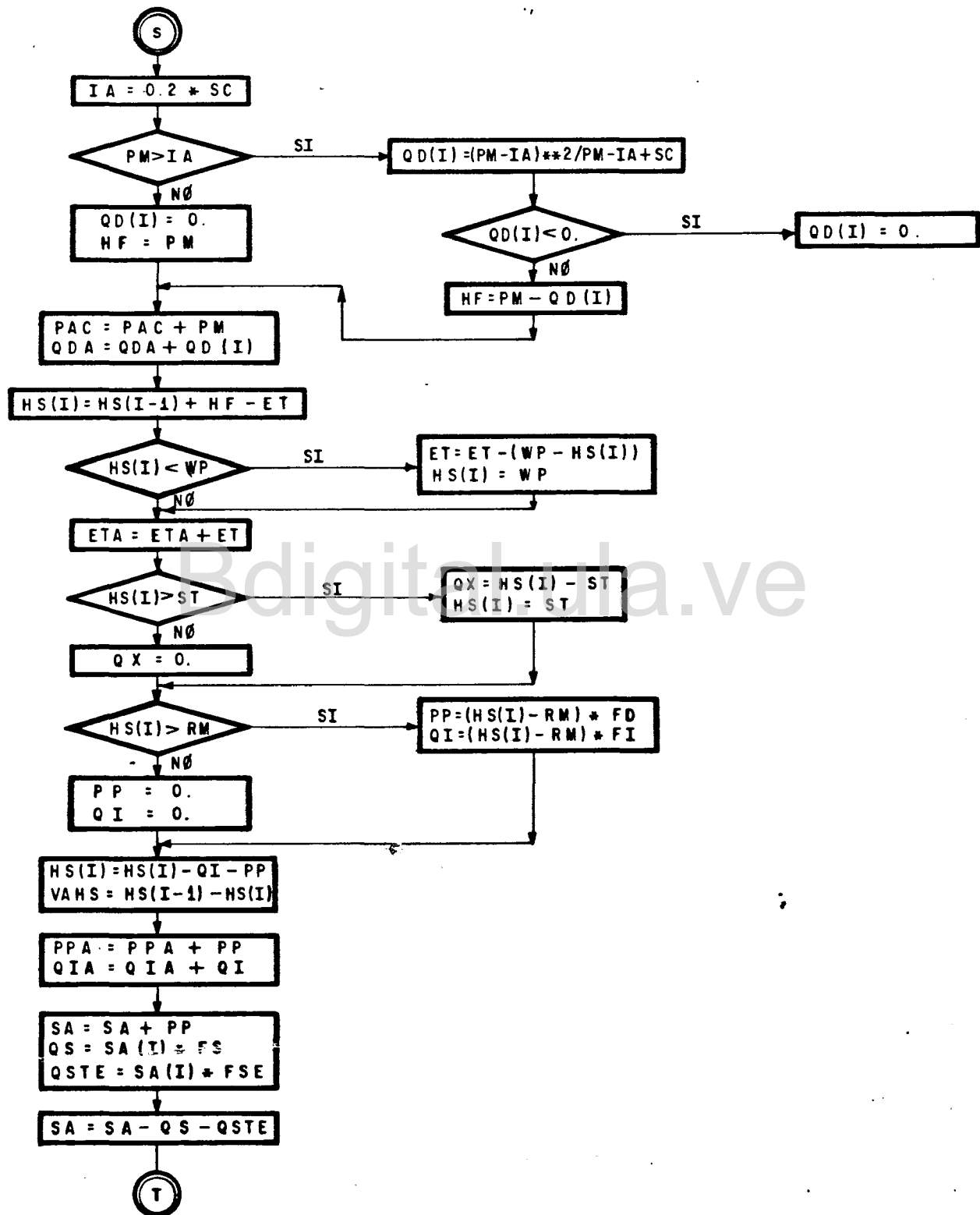


CONTINUACION: SUBRØUTINE CALCUL ;

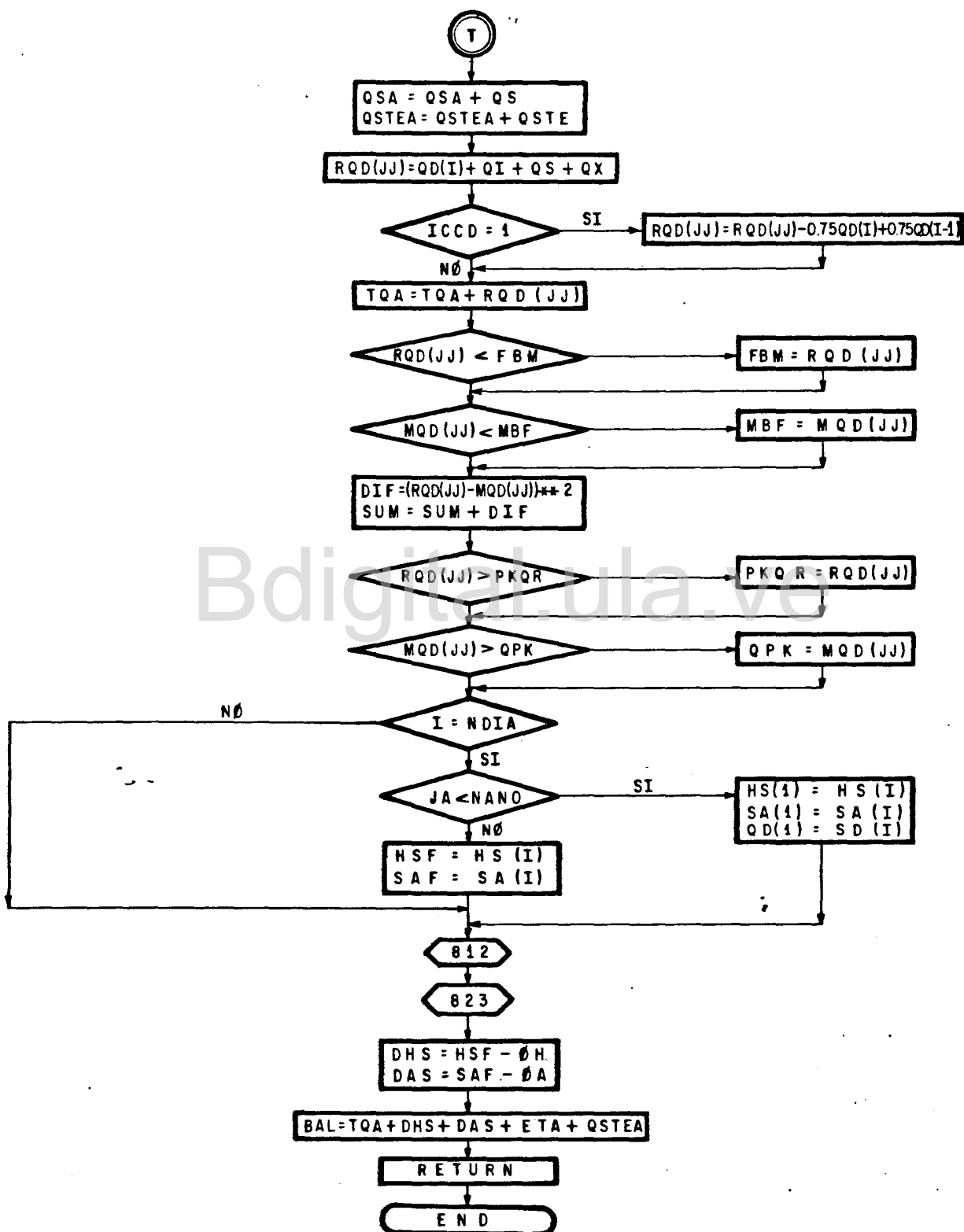




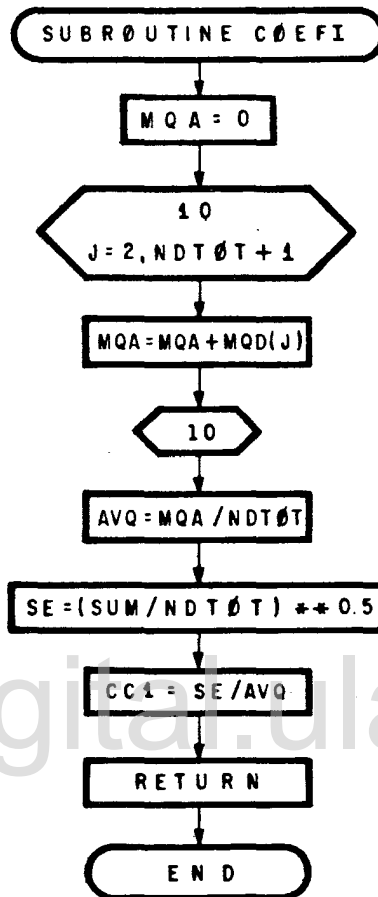
CONTINUACION: FUNCIÓN CC(X)



CONTINUACION: FUNCIÓN CC(x)



CONTINUACION : FUNCIÓN CC(X)



APENDICE III

Listado de otros programas elaborados
en el marco del trabajo

Bdigital.ula.ve

```

FTN
$FILES(1,2)
PROGRAM CAMDIO
CHARACTER *8 NOMI
CHARACTER *8 NOM
DIMENSION EV(31),EVD(1097),CM(31),QM(1097)
DIMENSION NDA(15),NDH(120),ND(12)
INTEGER DIA1,DIAF,ANO1,ANOF
REAL R2
WRITE(1,('DAR UNIDAD ENTRADA Y SALIDA'))
READ(1,*)LEC,IMP
IF(LEC.GT.10) THEN
WRITE(1,('DAR NOMBRE DE ARCHIVO DE ENTRADA'))
READ(1,*)AS') NOMI
OPEN(LEC,FILE=NOMI,STATUS='OLD')
END IF
IF(IMP.GT.10) THEN
WRITE(1,('DAR ARCHIVO DE SALIDA'))
READ(1,*)AS') NOM
OPEN(IMP,FILE=NOM,STATUS='NEW')
END IF
READ(LEC,9) DIA1,MESI,ANO1,DIAF,MESF,ANOF
NMES=ANOF-ANO1+1
NMES=(12-MESI+1)+(ANOF-ANO1-1)*12+MESF
NDTOT=0
IM=MESI
NA=ANO1
JA=1
DO 37 JJ=1,NMES
ND(IM)=31
R=NA/4.
RI=INT(R)
IF(R.EQ.0) THEN
IF(IM.EQ.2) ND(IM)=29
ELSE
IF(IM.EQ.2) ND(IM)=28
END IF
IF(IM.EQ.4.OR.IM.EQ.6.OR.IM.EQ.9.OR.IM.EQ.11) ND(IM)=30
NDH(JJ)=ND(IM)
IF(JJ.EQ.1) NDH(JJ)=NDH(JJ)-DIA1+1
IF(JJ.EQ.NMES) NDH(JJ)=DIAF
NDTOT=NDTOT+NDH(JJ)
IF(JJ.EQ.1.OR.IM.EQ.1) THEN
NDH(JA)=NDH(JJ)
ELSE
NDH(JA)=NDA(JA)+NDH(JJ)
END IF
IM=IM+1
IF(IM.LE.12) GO TO 37
IM=1
JA=JA+1
NA=NA+1
IF(JA.GT.NAND) GO TO 37
37 CONTINUE
JJ=0
DO I=1,NMES
READ(LEC,10) (EV(J),J=1,NDH(I))
DO J=1,NDH(I)
JJ=JJ+1
EVD(JJ)=EV(J)
END DO
END DO
JJ=0
DO I=1,NMES
READ(LEC,10) (CM(J),J=1,NDH(I))
DO J=1,NDH(I)
JJ=JJ+1
QM(JJ)=CM(J)
END DO
END DO

```

```
WRITE(INP,12) (EVD(JJ),JJ=1,NDTOT)
WRITE(INP,12) (QK(JJ),JJ=1,NDTOT)
C *****FORMATOS*****
C
C 8 FORMAT(10I10)
C 10 FORMAT(10F8.3)
C 12 FORMAT(10F8.2)
C
C STOP
END
```

Bdigital.ula.ve

TV
FILES(0,2)

PROGRAM PROMI

ESTE PROGRAMA CALCULA EL PROMEDIO PONDERADO DE CUALQUIER VARIABLE

```

CHARACTER ARCHEN*6,ARCHSA*6,TITULO*80
DIMENSION F(10),F(10),FD(1000),PDI(1000)
WRITE(1,1)('UNIDAD DE ENTRADA Y SALIDA SEPARADAS POR COMA:')
READ(1,*) LEC,IMP
IF (LEC.GE.10) THEN
  WRITE(1,2)('NOMBRE DEL ARCHIVO DE ENTRADA(6 CAR.MAX.):')
  READ(1,*) (AC,*) ARCHEN
  OPEN(LEC,FILE=ARCHEN,STATUS='OLD')
  END IF
IF (IMP.GE.10) THEN
  WRITE(1,3)('NOMBRE DEL ARCHIVO DE SALIDA(6 CAR.MAX.):')
  READ(1,*) (AS,*) ARCHSA
  OPEN(IMP,FILE=ARCHSA,STATUS='NEW')
  END IF
  READ(LEC,1) TITULO
  WRITE(IMP,1) TITULO
  READ(LEC,10) N,AT
  READ(LEC,12) (ACI,I=1,N)
  DO I=1,N
    F(I)=ACI)/AT
  END DO
  READ(LEC,12) NDTOT
  DO J=1,NDTOT
    PDI(J)=0.0
  END DO
  DO J=1,N
    READ(LEC,12) (PDI(J),J=1,NDTOT)
    DO J=1,NDTOT
      FDI(J)=PDI(J)+FD(J)*F(I)
    END DO
  END DO
  WRITE(IMP,12) (FDI(J),J=1,NDTOT)
10 FORMAT (12,F8,2)
12 FORMAT (10F8,2)
14 FORMAT (15)
STOP
END

```

Bdigital.ula.ve

```

END IF
CONTINUE
END DO
CLOSE(LEG)
WRITE(*, '(INFORME DEL ARCHIVO DE ENTRADA "*/')

```

ARMAY T=00003 IS EN 010012 USAND 00007 BLKS R=0000

```

0001 FTN7X
0002 #FILES(0,3)
0003 PROGRAM EFAM1
0004 CO-PROCESSOR=6,B(3),A,TITX80
0005 ZPT=7000,NA(200),LLUV(31),A(4000)
0006 RE-OPEN
0007 WRITE(1,1)('DAR UNIDAD DE ENTRADA Y SALIDA ?')
0008 READ(1,1) LEC,IMP
0009 IF (LEC.EQ.10) THEN
0010 WRITE(1,1)('NOMBRE DEL ARCHIVO DE ENTRADA ?')
0011 READ(1,1) (A6) NOM
0012 OPEN(LEC,FILE=NOM,STATUS='OLD')
0013 END IF
0014 IF (IMP.EQ.10) THEN
0015 WRITE(1,1)('NOMBRE DEL ARCHIVO DE SALIDA ?')
0016 READ(1,1) (A6) NOM
0017 OPEN(IMP,FILE=NOM,STATUS='NEW')
0018 END IF
0019 READ(1,1) (A80) TIT
0020 WRITE(IMP,1) (A80) TIT
0021 WRITE(1,1)('DAR NUMERO DE MESES') * READ(1,*)NMES
0022 DO I=1,NMES * N(1)=31 * END DO
0023 DO J=1,NMES
0024 READ(LEC,1) (10A7) (B(J),J=1,10)
0025 READ(LEC,1) (10A7) (B(J),J=11,20)
0026 READ(LEC,1) (11A7) (B(J),J=21,31)
0027 DO L=1,31
0028 READ(LEC,1) (ED,1) THEN
0029 N(1)=1 * N(1)=NC
0030 DO L=2
0031 END DO
0032 END DO
0033 2 CONTINUE
0034 END DO
0035 CLOSE(LEC)
0036 WRITE(1,1)('NOMBRE DEL ARCHIVO DE ENTRADA ?')
0037 READ(1,1) (A6) NOM
0038 OPEN(LEC,FILE=NOM,STATUS='OLD')
0039 READ(LEC,1) (A80) TIT
0040 L=0
0041 DO I=1,NMES
0042 NF=N(1)
0043 READ(LEC,1) (10F7.2) (LLUV(J),J=1,10)
0044 READ(LEC,1) (10F7.2) (LLUV(J),J=11,20)
0045 READ(LEC,1) (11F7.2) (LLUV(J),J=21,NP)
0046 DO J=1,NP
0047 L=L+1
0048 A(L)=LLUV(J)
0049 END DO
0050 END DO
0051 WRITE(IMP,1) (10F8.2) (A(J),J=1,L)
0052 STOP
0053 END

```

APENDICES IV-A, IV-B, IV-C

Bdigital.ula.ve

C.C.Reconocimiento

Este Apéndice presenta algunos ejemplos numéricos que sirven para ilustrar la parte teórica, utilizando la metodología expuesta en el Capítulo VII y los datos de la cuenca del río Tucupido.

Se ha creído conveniente dividir el apéndice en tres partes:

El Apéndice IV-A es la ilustración de la metodología presentada para estimación de los valores promedios de la retención máxima y del punto de marchitez permanente. Se estima también en el mismo el valor inicial de la humedad de suelo.

El Apéndice IV-B presenta el cálculo del valor máximo de la infiltración potencial representativa para toda la cuenca del Tucupido así como la estimación del valor inicial de la misma.

El Apéndice IV-C muestra como estimar el valor del parámetro del flujo subterráneo con el cual se empieza la calibración y el valor inicial del almacenamiento subterráneo.

APENDICE IV-A

Estimación de RM, WP y OH

La Figura IV-A2 muestra la zonificación del área total según el tipo de suelo; permite sacar el porcentaje que ocupa cada suelo respecto al área total. El siguiente cuadro refleja esta distribución para la cuenca del Tucupido.

Textura	% Area	RM
Fa - FA	66.70	73.650 - 120.649
Fa - a	6.50	3.745 - 8.1
FA	21.30	31.950 - 46.221
a - FA	5.50	5.675 - 9.21

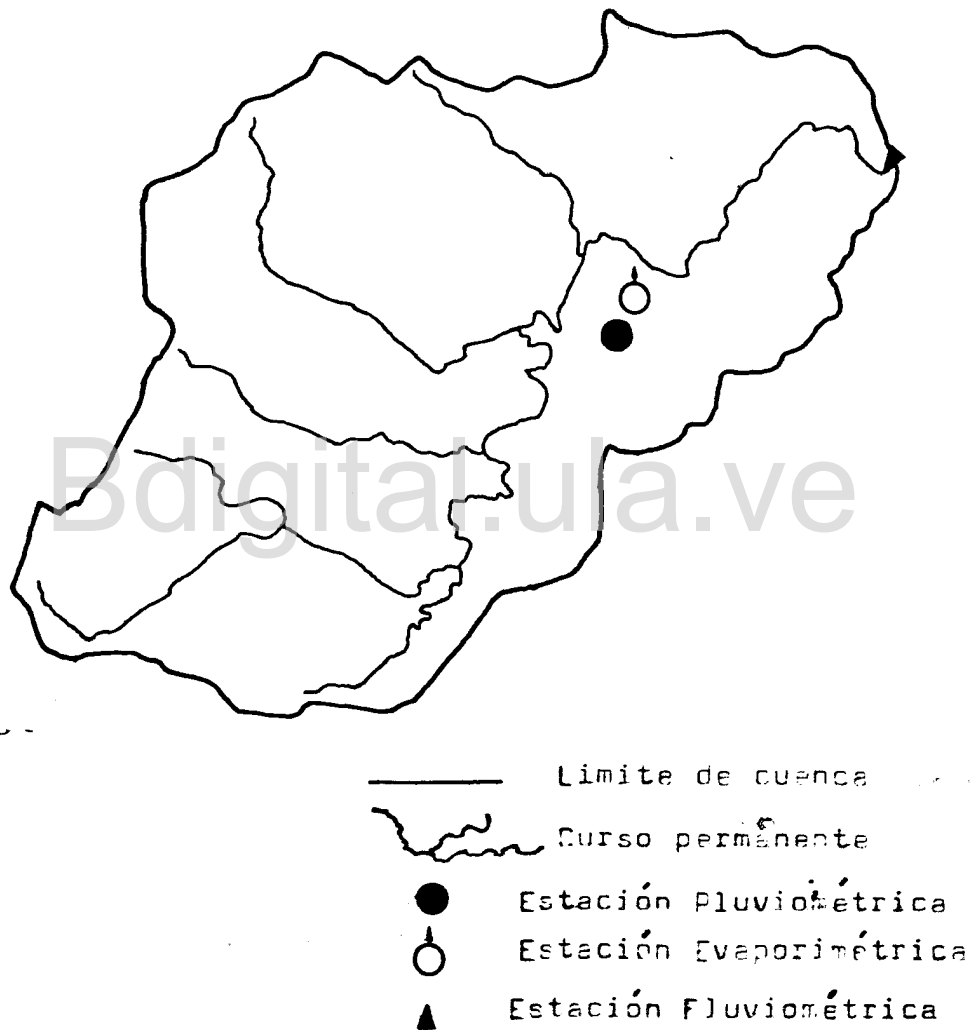


Figura IV-A1 Ubicación de las estaciones de medición utilizadas en la calibración del Tucupido



Escala 1 : 250000

LEYENDA

E2	Entisoles	100	Fuertemente pedregoso, frecuentemente inundable
	Inceptisoles		
	Alfisoles		
I4	Ustropepts	60	Arcilloso, imperfectamente drenado ;
	Tropaquepts	20	
I25	Ustropepts	80	Ocasionalmente inundable, imperfectamente drenado
U1	Ultisoles	100	Muy pedregoso, escarpado (45-60%) severamente erodado
	Alfisoles		
	Inceptisoles		
U2	Ultisoles	100	Muy pedregoso, escarpado (45-60%) fuertemente erodado
	Alfisoles		
	Inceptisoles		

Figura IV-A2: Zonificación según el tipo de suelo de la Cuenca del Turunino hasta Dte. Tucunido

El valor promedio de la retención máxima para todo el área de la cuenca se calcula mediante la ecuación (7.5).

$$RM = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^N P_i * RM_i$$

en la que

RM_i es la retención máxima estimada para la zona i

P_i es la proporción del área total que ocupa la zona i

RM_i es la retención máxima promedio representativa de la cuenca

se tiene

$$RM > \frac{1}{100} (66.70 * 73.65 + 6.50 * 3.745 + 21.30 * 31.95 + 5.50 * 5.675)$$

$$RM < \frac{1}{100} (66.70 * 120.649 + 6.50 * 8.1 + 21.30 * 46.221 + 5.50 * 9.21)$$

Se define entonces el rango de variación de la retención máxima para la cuenca como,

$$115.20 \text{ mm} < RM < 184.18 \text{ mm}$$

De igual forma se puede estimar el valor del punto de marchitez permanente representativo de toda el área:

Textura	% Area	WP
Fa - FA	66.70	45.173
Fa - a	6.50	2.605
FA	21.30	18.957
a - FA	5.50	3.545

$$WP = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n P_i * WP_i$$

siendo

WP_i el valor estimado del punto de marchitez para la zona i

WP el valor representativo para toda el área del punto de marchitez permanente.

$$WP = \frac{1}{100} (66.50 * 45.173 + 6.50 * 2.605 + 21.30 * 18.957 + 5.50 * 3.545)$$

$$WP = 70.28 \text{ mm}$$

Ya que el registro utilizado empieza en un período relativamente seco, se puede asignar a la humedad del suelo un valor igual o muy cercano al punto de marchitez permanente. Para la calibración del modelo con los datos de la cuenca del Tucupido, se comenzó con un valor de:

$$OH = WP = 70.28 \text{ mm}$$

APENDICE IV-B

Estimación de S1 y SCI

Para la estimación de la infiltración potencial es necesario disponer además de la información de suelo de una información complementaria sobre tipo y densidad de cobertura vegetal. En vista de que se dispuso de un mapa sobre cobertura vegetal a la misma escala que el de tipos de suelo, el procesamiento de la información referente al complejo suelo-cobertura se hizo menos complicado.

El primer paso fue la determinación de la clase hidrológica de los suelos de la cuenca. Dicha clasificación resultó de consideraciones a cerca de la taxonomía de los suelos de la zona de los Llanos Occidentales obtenida del Programa de Inventario Nacional de Tierras, estudio realizado por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables a través de su División de Información e Investigación del Ambiente. La Figura IV-B3 muestra la zonificación de la cuenca del río Tucupido según el tipo de vegetación.

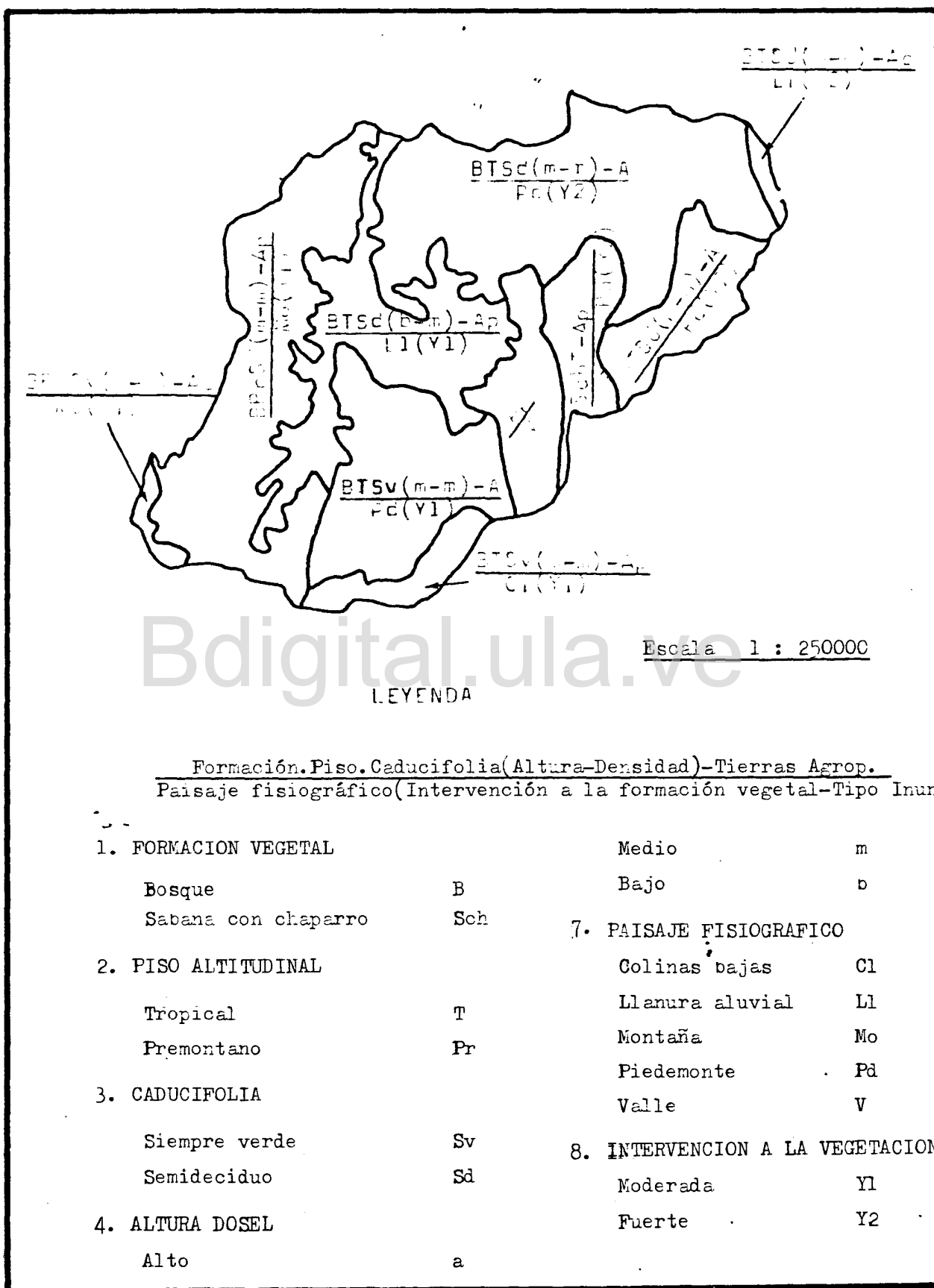


Figura IV-B3. Zonificación según la cobertura vegetal de la cuenca del Tucupido hasta Pte. Tucup

La distribución dentro de la cuenca del Tucupido hasta el Puente Tucupido del complejo suelo-cobertura es la siguiente:

	Pasto de pastoreo ralo	3%
Suelo de clase C	Bosque medio	2%
	Bosque ralo	2%
	Pasto de pastoreo ralo	2%
Suelo de clase D	Bosque medio	29%
	Bosque ralo	62%

Con la información así obtenida se pudo estimar la infiltración promedio para la cuenca. Entrando a la Tabla 4, se sacaron los valores correspondientes al número de curva para cada asociación suelo-cobertura. Los cálculos realizados para la estimación del valor promedio de la retención máxima se llevaron a cabo en forma tabular.

Clase de suelo	Vegetación	% Area	CN _i
C	Pasto de pastoreo ralo	3.0	86
C	Bosque ralo	2.0	77
C	Bosque medio	2.0	73
D	Pasto de pastoreo ralo	2.0	89
D	Bosque ralo	29.0	83
D	Bosque medio	62.0	79

Con estos valores puede obtenerse el valor promedio de CN de la ecuación:

$$CN = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^N P_i * CN_i$$

$$CN = 0.03 * 86 + 0.02 * 77 + 0.02 * 89 + 0.29 * 83 + 0.62 * 79 + 0.02 * 73$$

$$CN = 80.41$$

Este valor es el correspondiente a la condición de humedad antecedente II, la Tabla 6 proporciona el valor del número de curva para la condición I.

$$CNI = 63.41$$

La ecuación (7.6) permite calcular la infiltración potencial S_1 ,

$$S_1 = \frac{2540}{63.41} - 25.4 = 14.657 \text{ cm} = 146.57 \text{ mm}$$

este valor es muy cercano al valor promedio de RM

Para empezar la calibración se asignó a la infiltración potencial inicial un valor muy cercano al estimado como máximo.

Se recomienda empezar siempre con un valor de SCI menor que S_1 .

APENDICE IV-C

Estimación de FB y OA

En la estimación del parámetro del flujo subterráneo, se usaron los registros de datos hidrológicos medidos en la cuenca.

Con datos de diferentes períodos de sequía se obtuvo el siguiente cuadro:

Q_{o_i}	t_i	Qt_i	$k_i = (Qt_i/Q_{o_i})^{1/t_i}$
2.42	2	2.20	0.9535
0.70	2	0.62	0.9411
0.22	8	0.18	0.9752
0.14	9	0.03	0.9685
0.09	6	0.06	0.9367
0.05	5	0.04	0.9563
0.04	4	0.02	0.8409
0.02	6	0.01	0.8906

$$k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N k_i$$

$$k = 0.93285$$

El valor de FB está dado por la relación:

$$FB = -\ln k, \quad FB = -\ln 0.93285$$

$$FB = 0.0695$$

Para estimar el almacenamiento inicial subterráneo, se busca el valor de la escorrentía observada a la salida de la cuenca el primer día del período considerado para la calibración. En el presente caso es igual a 1.17 metros cúbicos por segundo. Se convierte a la lámina de agua equivalente haciendo:

$$MQD(2) = 1.17 \times 86.4 / 440.0$$

$$MQD(2) = 0.23 \text{ mm.}$$

y se obtiene el valor de OA como,

$$OA = MQD(2) / FB$$

$$OA = 0.23 / 0.0695 = 3.31 \text{ mm}$$

NOTA: De acuerdo a la información del cuadro anterior, K no es constante.

Bdigital.ula.ve

C.C.Reconocimiento

APENDICE V

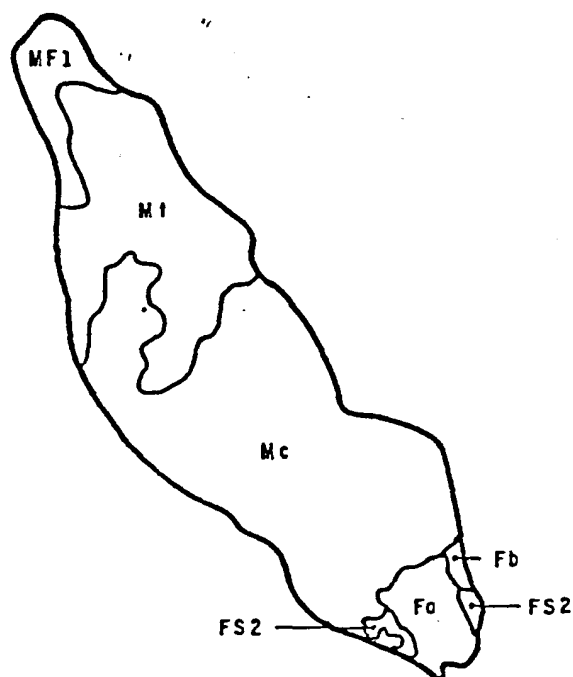
OTRAS FIGURAS ELABORADAS

Bdigital.ula.ve

C.C.Reconocimiento



Fig. V-1 Zonificación según suelo y vegetación de la cuenca del río Acequia hasta Pte. Acequia.



LEYENDA

ESCALA 1:250.000

- Montañas y cerros empinados (3200-4000 m.) Suelo pedregoso de color gris oscuro. Páramo
- Montañas y cerros empinados (700-1700 m.) Tierra templada. Suelo de color pardo rojizo y pardo amarillento. Bosque
- Terreno ligeramente ondulado (2% a 5%) con drenaje imperfecto, cerivaco de depósitos aluviales. Suelo fa-fp. Bosque tñado, conucos y pastos.
- Montañas (1700-2700 m.) Tierra fría. Suelo pedregoso de color pardo grisáceo y pardo amarillento. Bosque. Poca agricultura y ganadería.
- Montañas (2700-3200 m.) Tierra fría. Suelo pedregoso de color gris. Bosque. Poca agricultura y ganadería.
- Montañas y cerros muy empinados (200-700 m.) Tierra caliente. Suelo pardo rojizo y pardo amarillento. Bosque.

Figura V- 2.— Zonificación de la cuenca del Río Curvatí según suelo y cobertura vegetal.

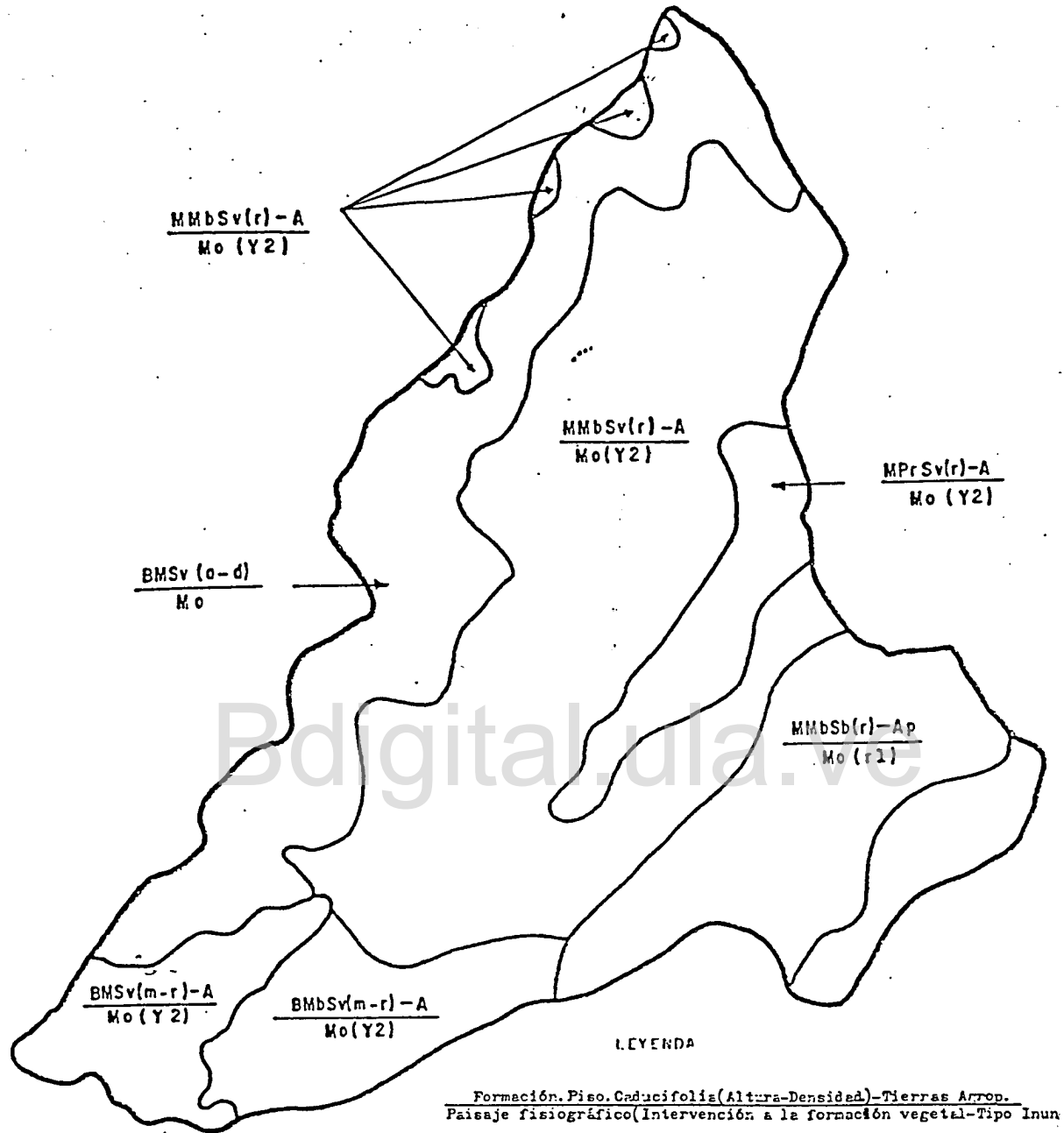
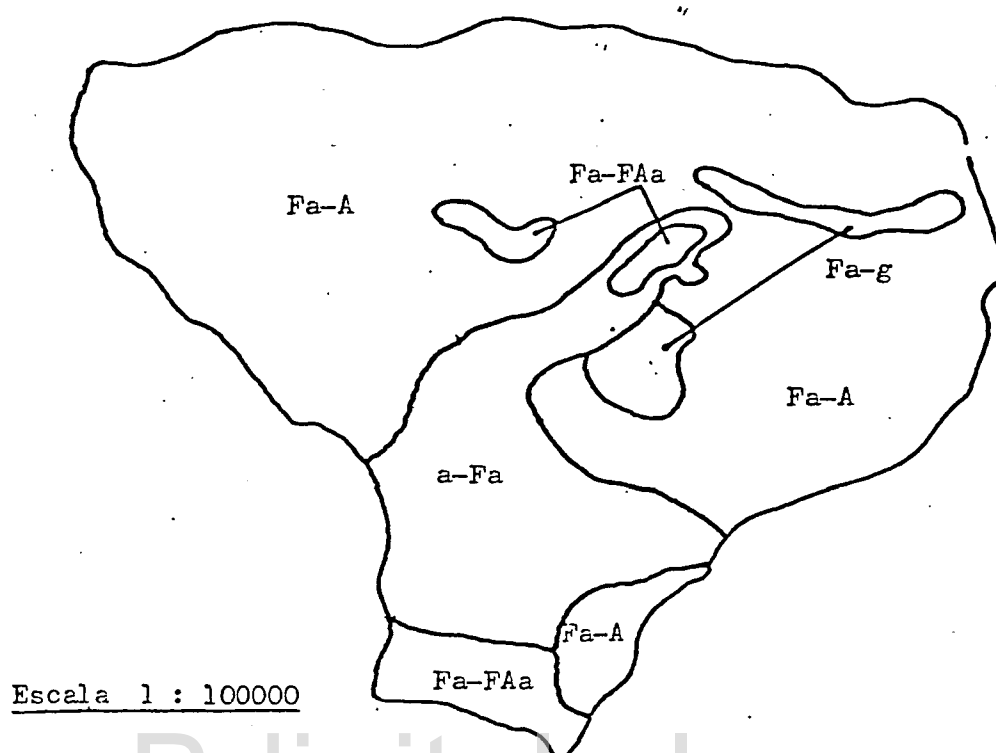


Figura V-3.- Zonificación de la cuenca del Río Canaguá según la cobertura vegetal.

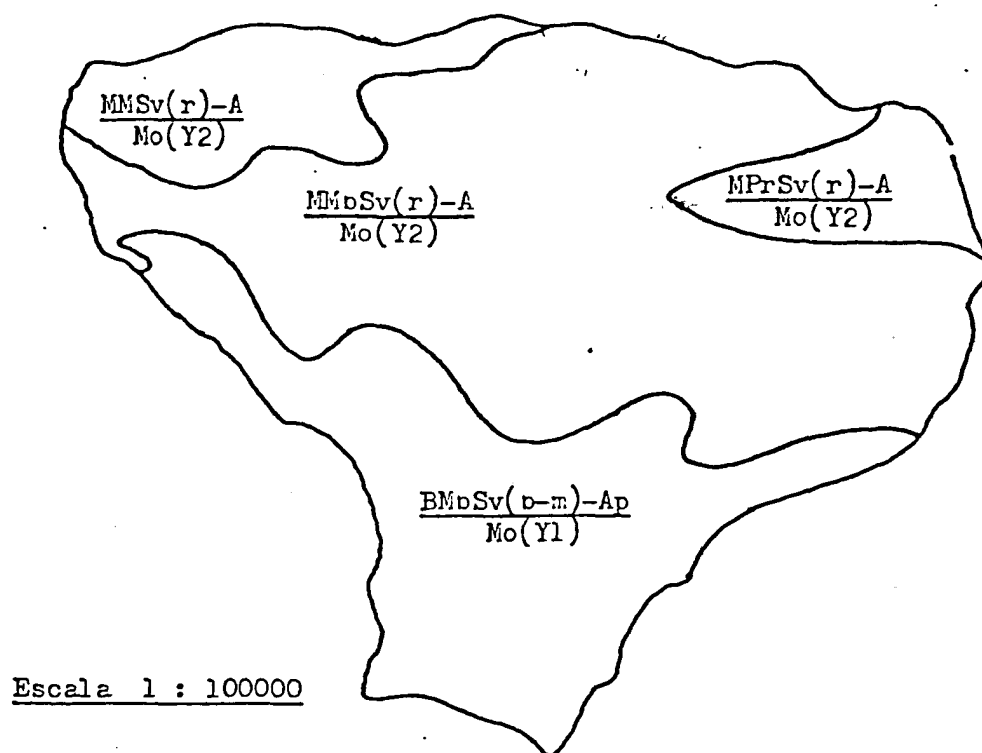


LEYENDA

F : Franco
 A : Arcilloso
 a : Arenoso
 g : Graveso

FA : Franco arcilloso
 Fa : Franco arenoso
 FAa : Franco arcillo arenoso

Figura V - 4.- Zonificación de la cuenca del río Guaraque según la textura del suelo.



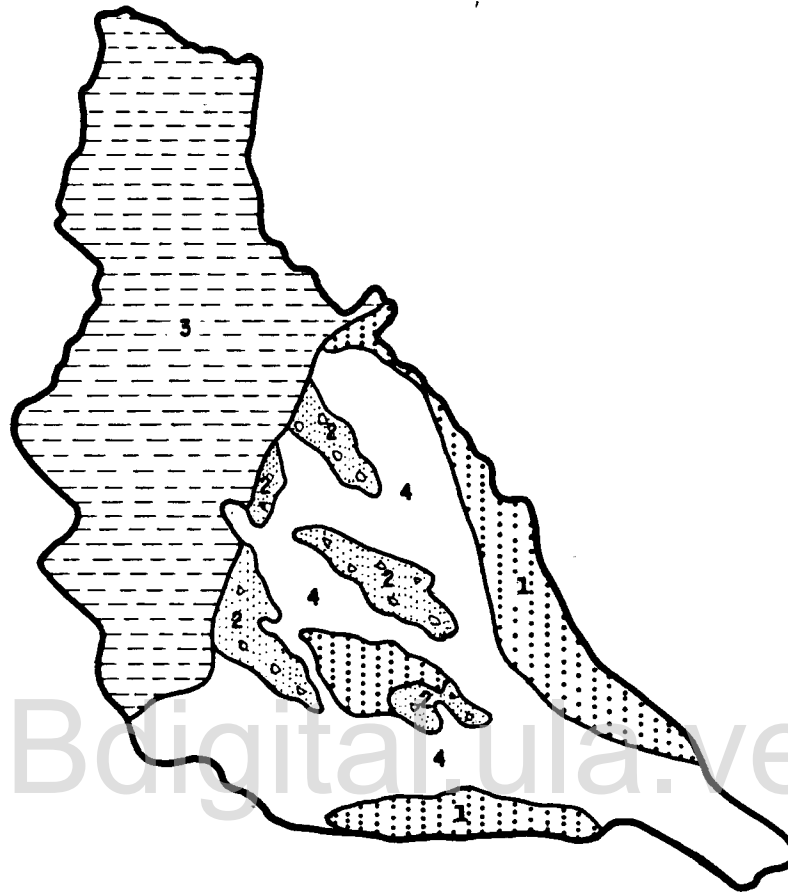
Bdigital.ula.ve

LEYENDA

Formación. Piso. Caducifolia(Altura-Densidad)-Tierras Arroz.
Paisaje fisiográfico(Intervención a la formación vegetal-Tipo Inuv.)

1. FORMACION VEGETAL		Medio	m
Bosque	B	Bajo	b
Sabana con chaparro	Sch		
2. PISO ALTITUDINAL		7. PAISAJE FISIOGRAFICO	
Tropical	T	Colinas bajas	C1
Fremontano	Pr	Llanura aluvial	L1
3. CADUCIFOLIA		Montaña	Mo
Siempre verde	Sv	Piedemonte	Pd
Semidecíduo	Sd	Valle	V
4. ALTURA DOSEL		8. INTERVENCION A LA VEGETACION	
Alto	a	Moderada	Y1
		Fuerte	Y2

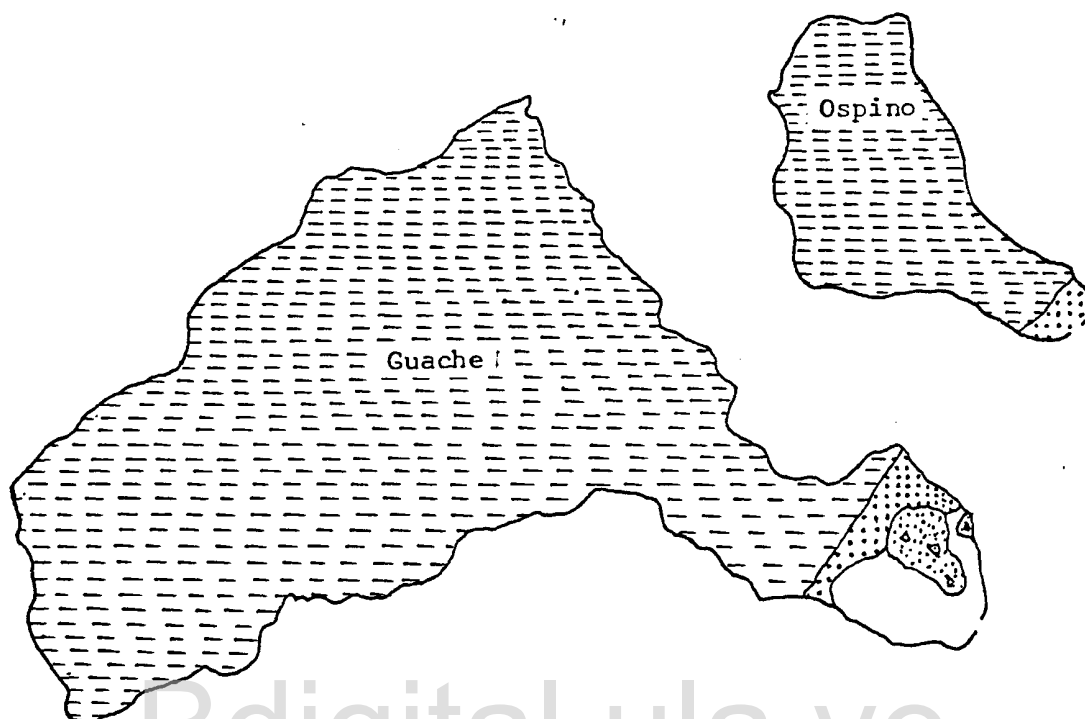
Figura V-5 Zonificación de la cuenca del Guaraque según la cobertura vegetal.



LEYENDA

	GRAVAS , CONGLOMERADOS, ARENISCA, CALIZA
	PEÑON, GRAVA , ARENA
	ARENISCA , LUTITAS , CONGLOMERADOS
	DEPOSITOS ALUVIALES
	ARENISCA, LUTITAS, LIMONISCA, CALIZA

Figura V-6.- Zonificación de la cuenca del Río Las Marias según el tipo de suelo.



LEYENDA



Figura V - 7.- Zonificación según su suelo de las cuencas de Guache y Ospino.

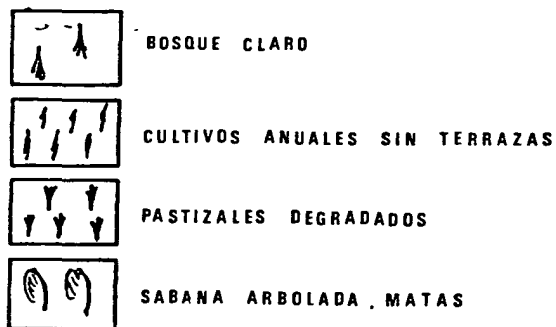
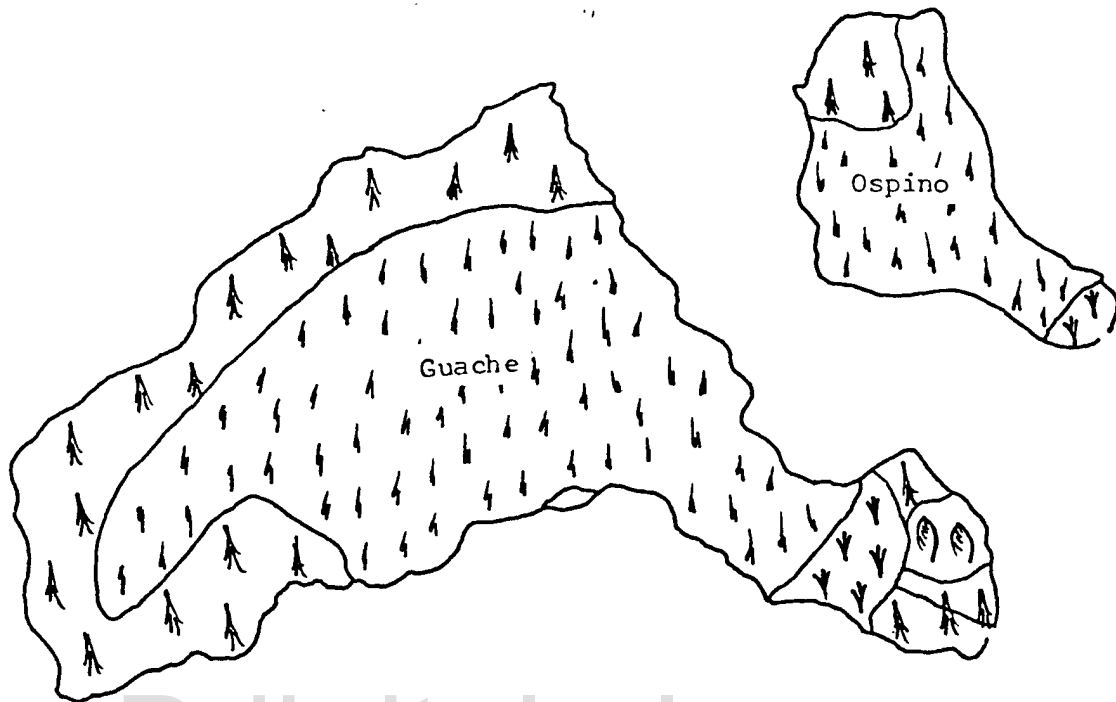


Figura V - 8.- Zenificación según la cobertura vegetal de los ríos Guache y Ospino.

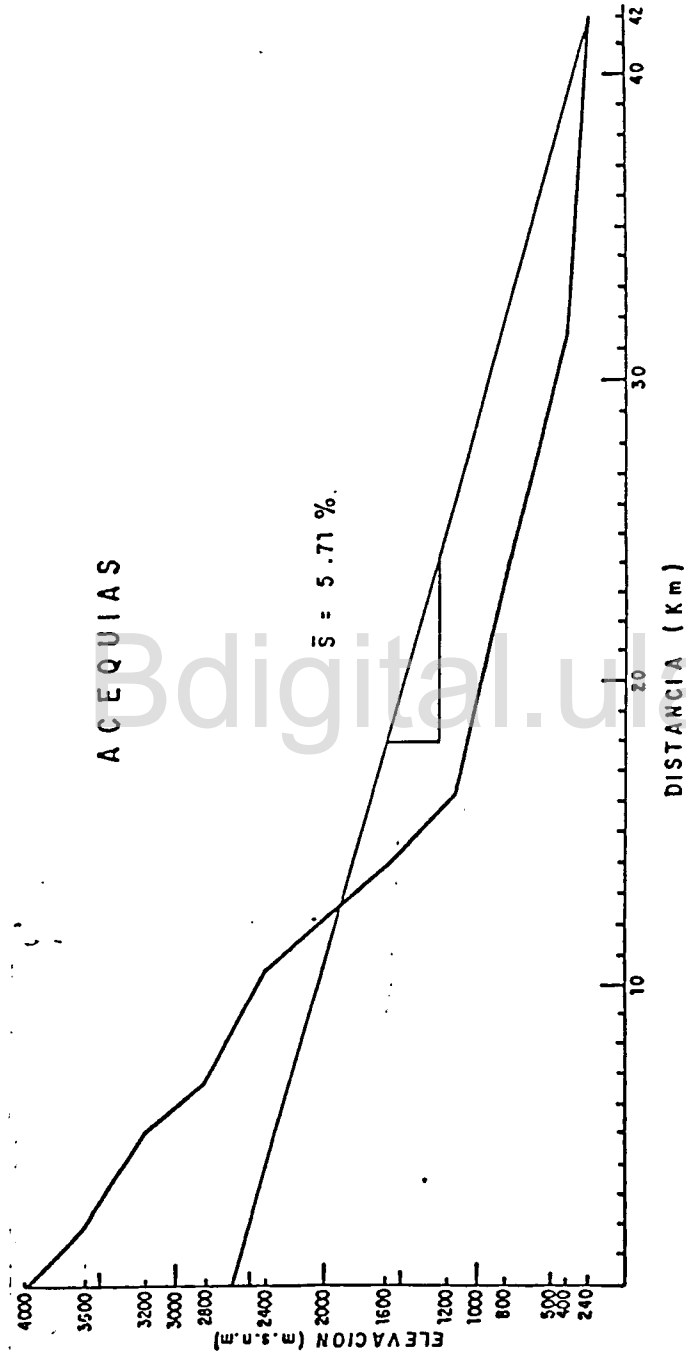


Figura V-9 .- Perfil longitudinal del Río Acequias.

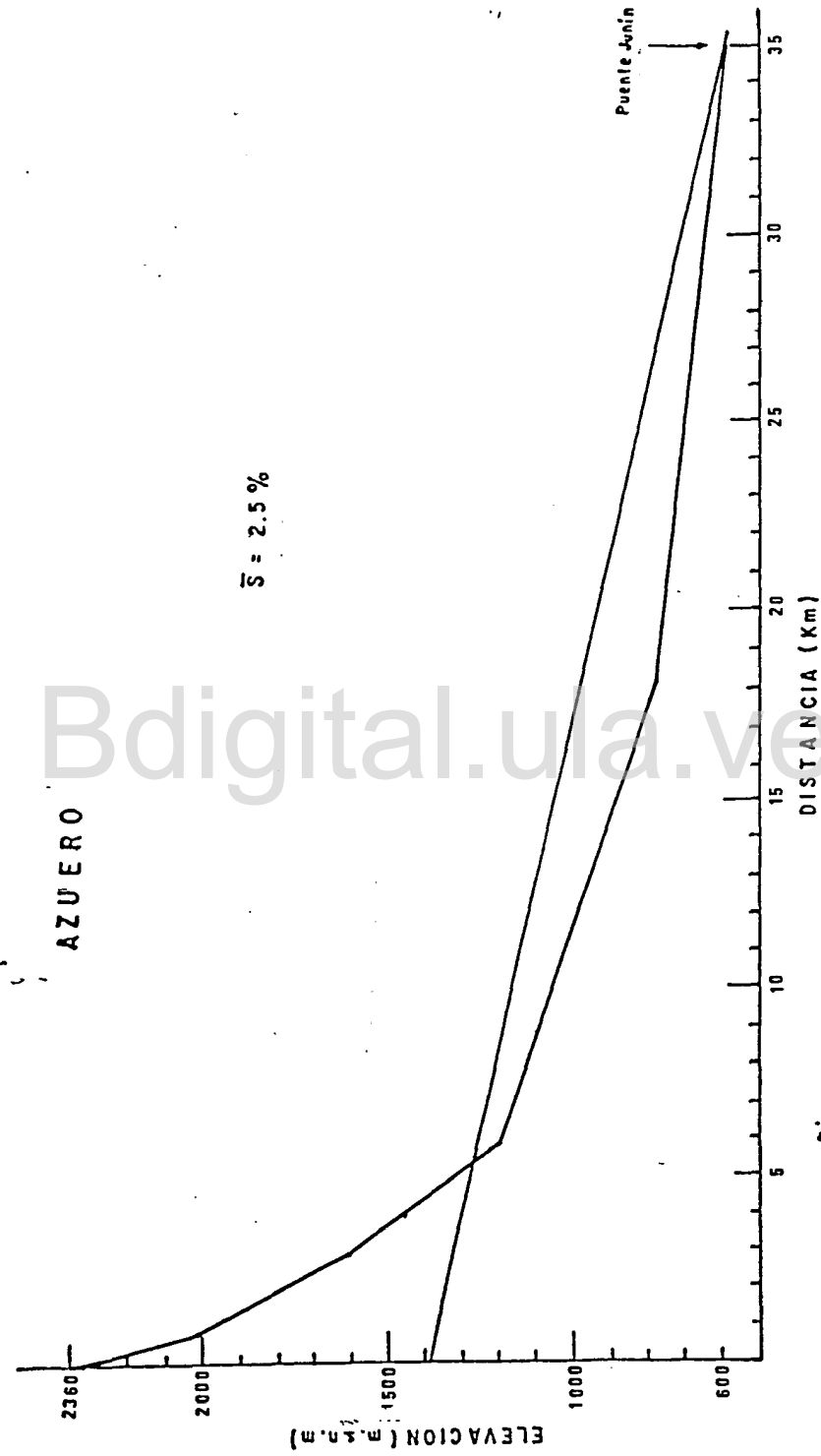


Figura V-10.- Perfil longitudinal del Rio Azuero hasta Puente Junin .

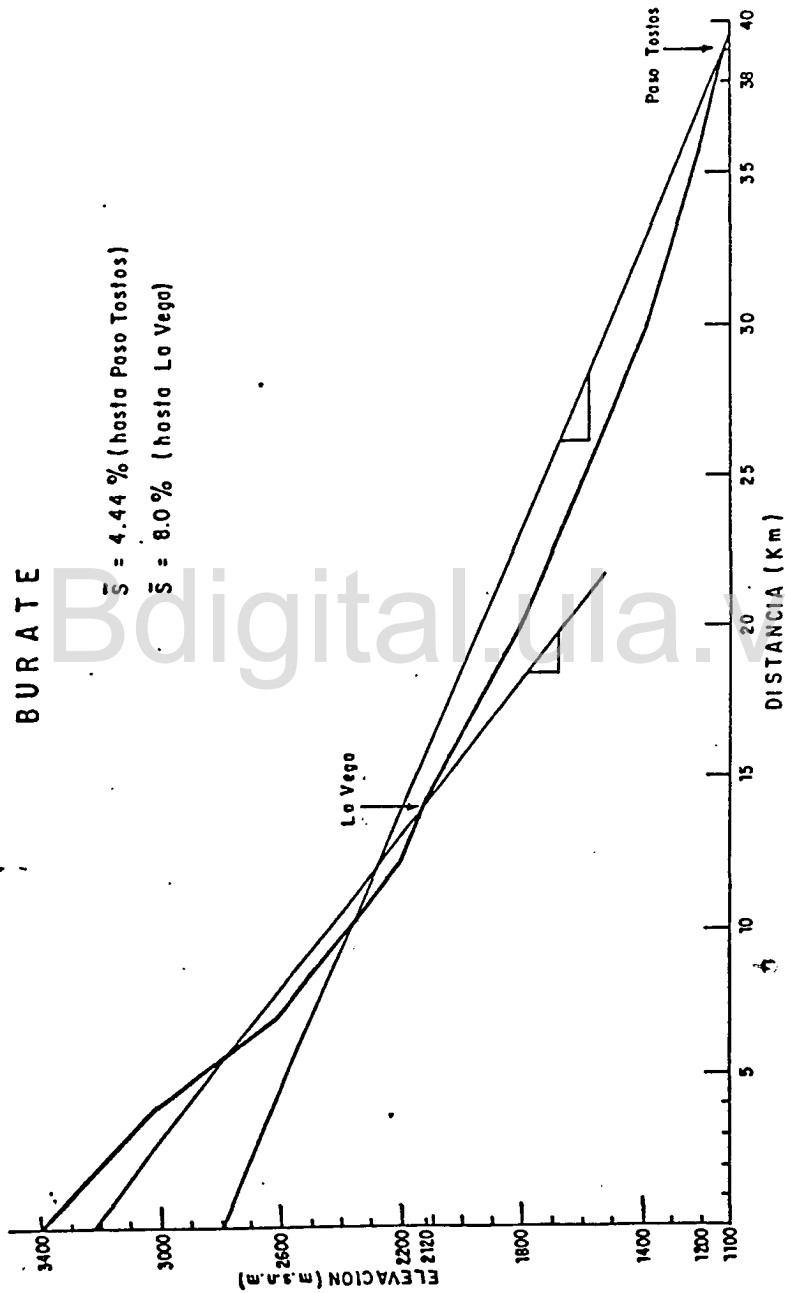


Figura V-11.- Perfil longitudinal del Río Burate hasta Paso Tostos .

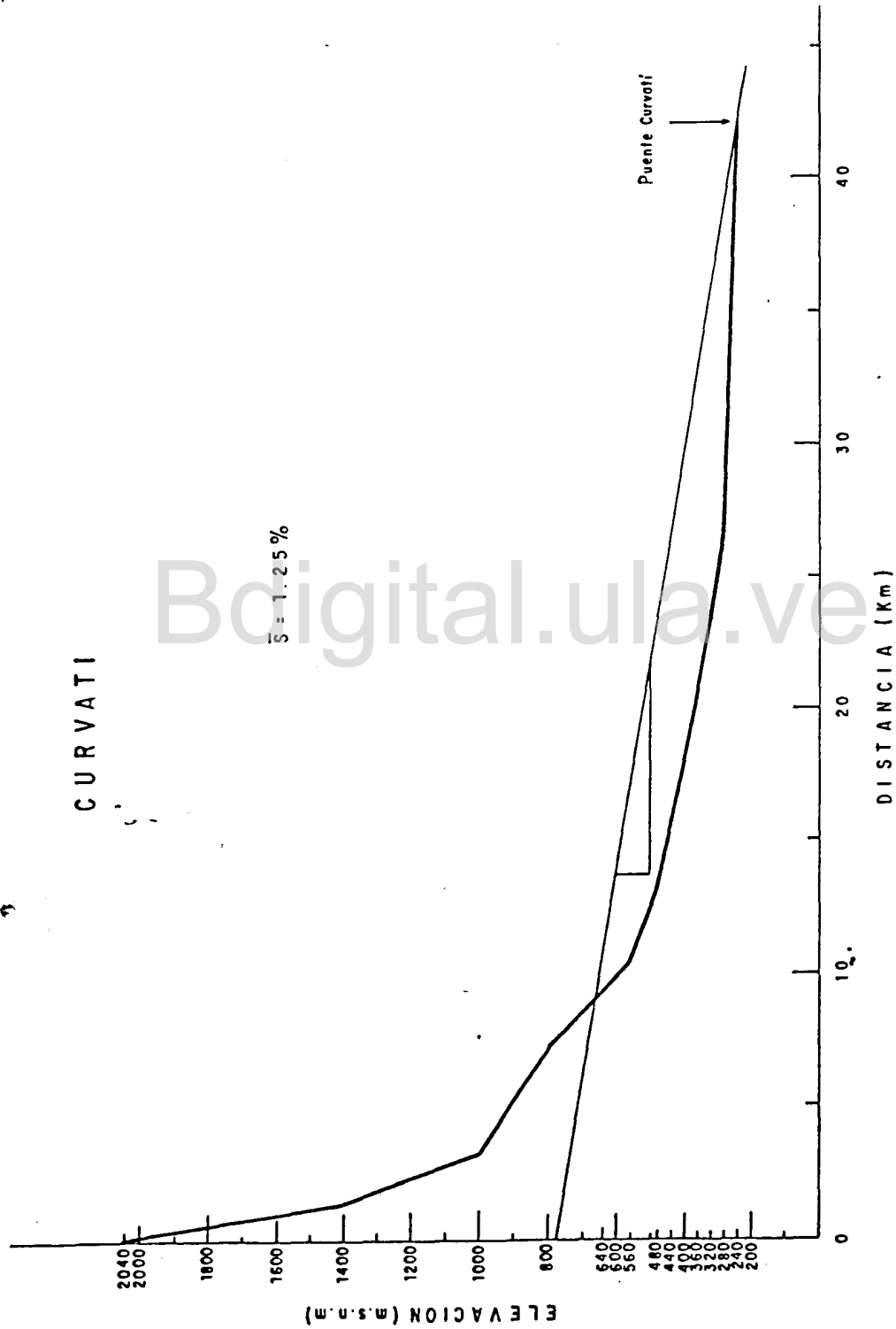


Figura V-12.- Perfil longitudinal del Río Curvatí hasta Puente Curvatí

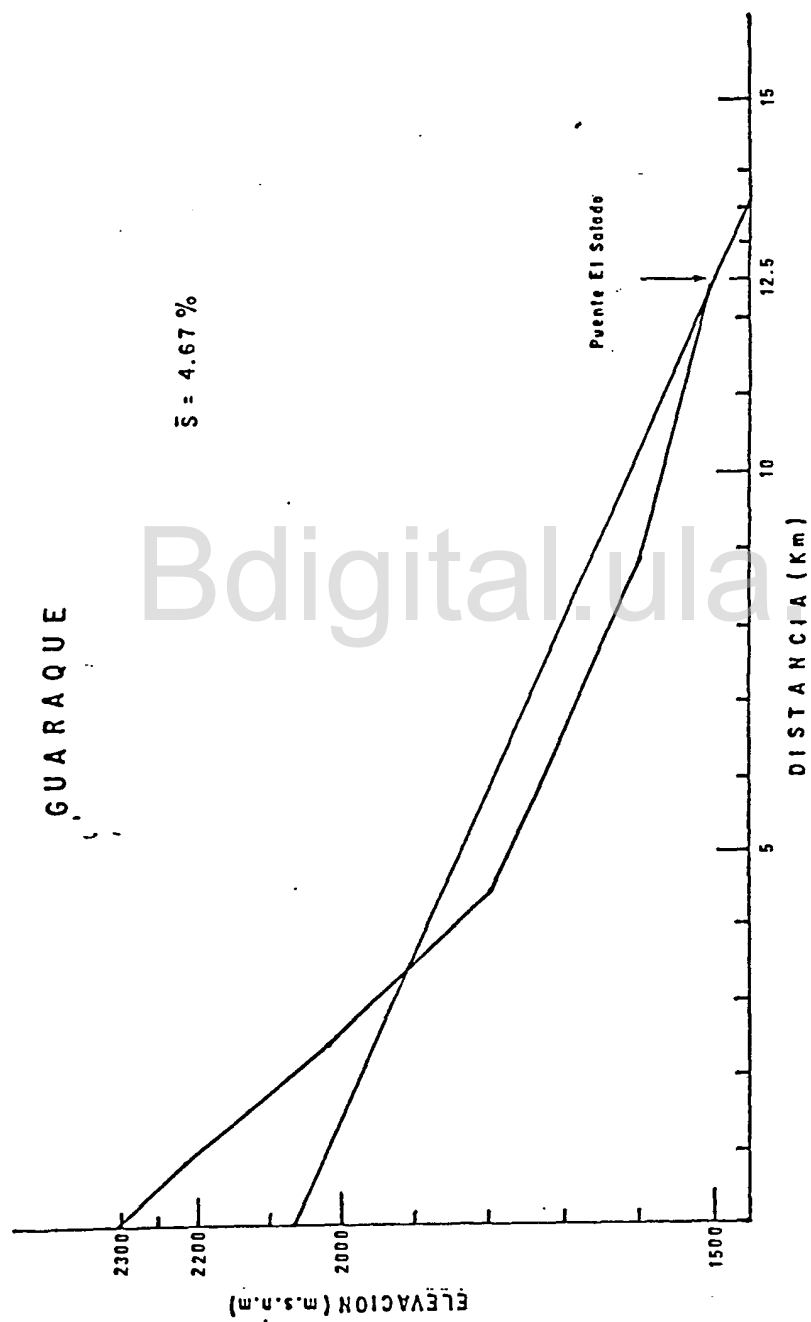


Figura V-13.—Perfil longitudinal del Río Guaraque hasta Puente Salado.

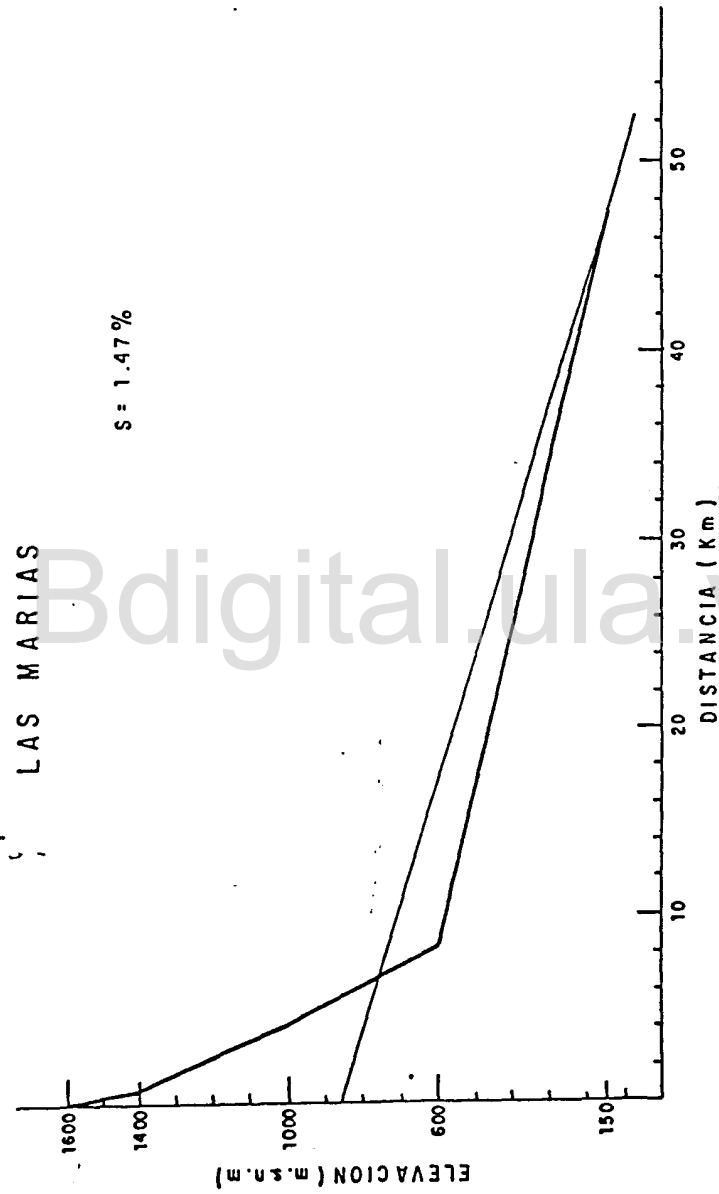


Figura V-14.- Perfil longitudinal del Río Las Marías .

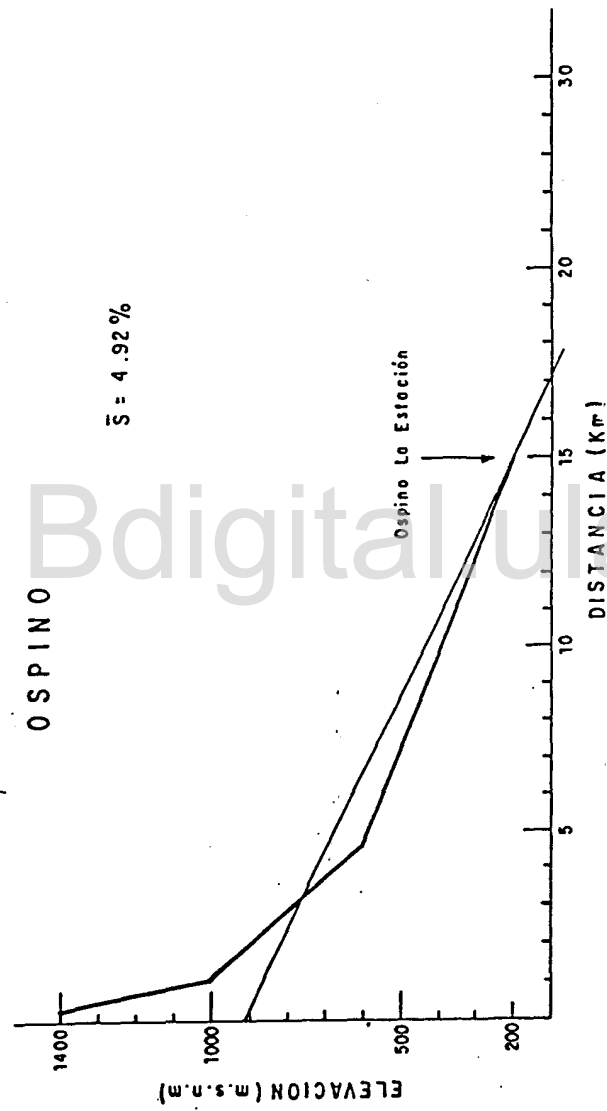


Figura V-15. - Perfil longitudinal del Río Ospino hasta Ospino La Estación.

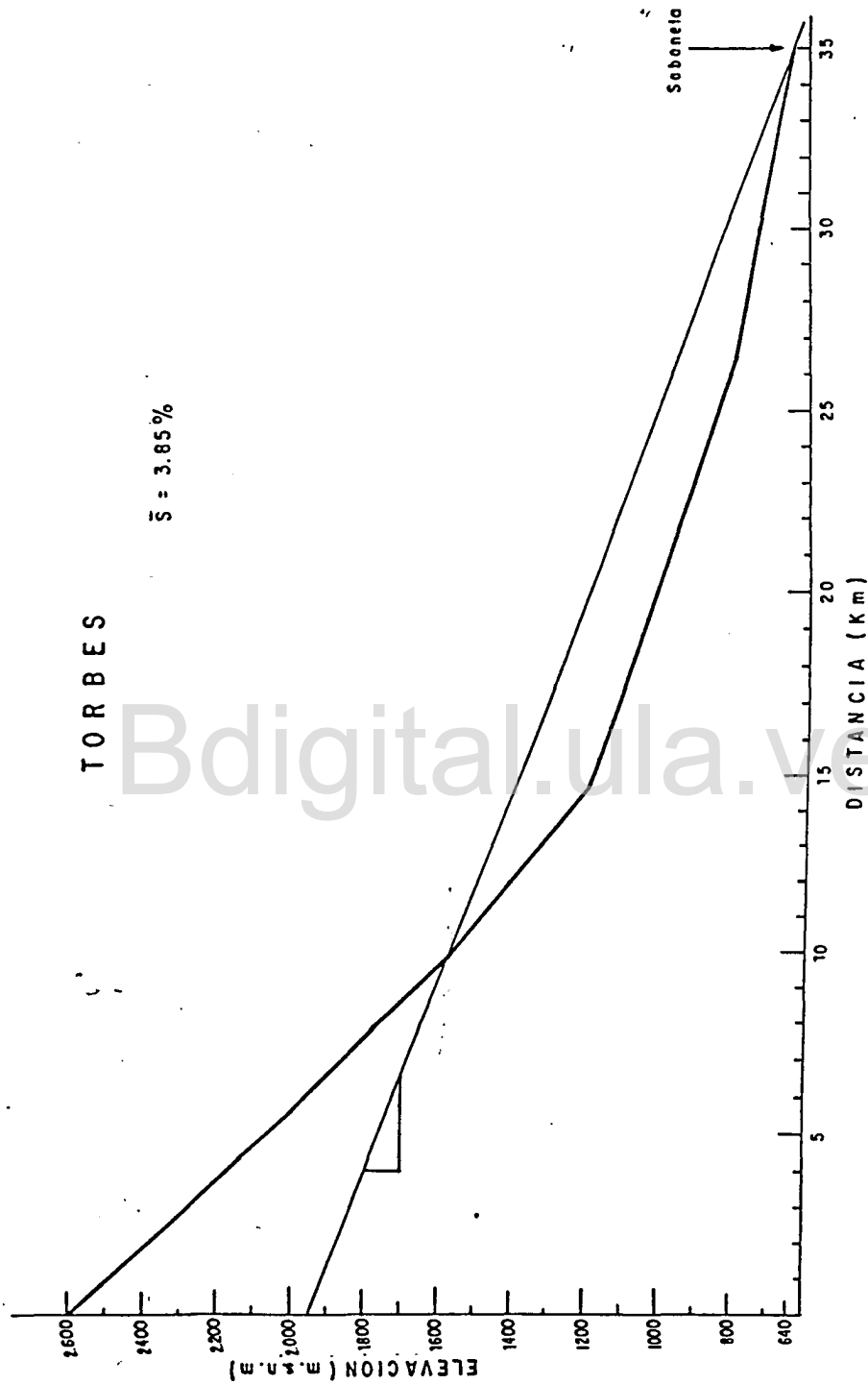


Figura V - 16.- Perfil longitudinal del Río Torbes hasta Saboneta

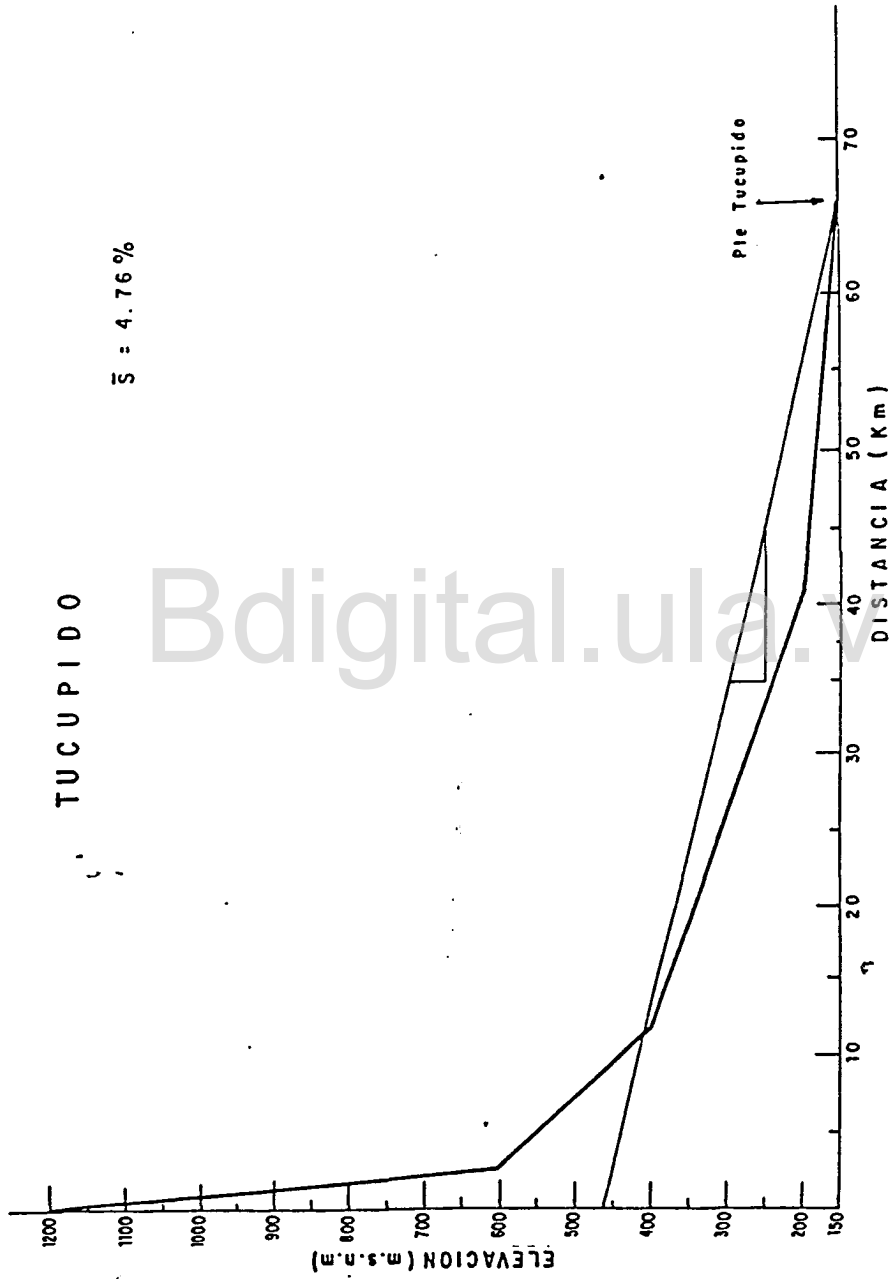


Figura V-17 .- Perfil longitudinal del Río Tucupido hasta Puente Tucupido .

APENDICE VI-A

C.C.Reconocimiento

ENTRADA Y SALIDA DEL PROGRAMA DE CALIBRACION MANUAL

- Cuenca del río Canaguá, Edo. Mérida

Bdigital.ula.ve

C.C.Reconocimiento

MANAG T=00003 IS ON CR00011 USING R0107 FILMS R=0000

CUENCA DEL CANAGUA EDO MERIDA -- SIMULACION DE CAUDAL DIARIO

	1	1	71	31	12	73		
0001	210.000	129.00						
0002								
0003								
0004	0.00	0.00	14.00	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00
0005	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0006	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0007	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0008	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0009	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0012	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0014	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0015	4.50	3.70	21.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0017	2.60	10.60	1.30	0.50	2.30	0.00	0.00	0.00
0018	0.30	9.40	11.90	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00
0019	0.20	15.70	8.40	1.30	0.90	1.30	7.40	0.00
0020	0.00	0.00	8.80	2.40	5.50	0.10	1.80	0.00
0021	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	3.90	1.10
0022	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	2.10	7.10	17.90
0023	2.30	5.10	0.00	9.10	6.20	3.00	42.90	0.10
0024	5.70	4.10	0.00	7.00	13.00	2.20	0.00	23.40
0025	6.70	2.30	0.50	11.30	0.00	0.00	0.00	10.30
0026	0.10	7.00	0.00	0.50	13.30	1.70	1.50	39.20
0027	0.90	0.00	1.40	4.50	0.00	21.40	0.00	9.40
0028	1.50	0.00	2.50	42.10	0.00	3.50	0.00	57.30
0029	1.00	0.00	1.00	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00
0030	5.90	2.40	8.50	7.80	0.10	0.00	0.00	3.00
0031	0.00	2.80	2.70	10.40	2.00	0.40	5.10	0.00
0032	2.50	0.00	0.50	2.30	0.10	3.00	5.10	0.00
0033	0.20	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	4.00
0034	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0035	1.40	0.00	0.00	9.20	9.60	0.00	0.00	5.30
0036	0.00	6.10	4.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0037	0.10	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0038	6.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0039	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00
0040	1.40	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	5.80	0.00
0041	2.50	1.70	2.20	0.00	0.00	4.40	0.00	0.00
0042	0.00	0.00	7.80	9.60	0.00	0.00	0.00	4.70
0043	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.90	0.00	0.00
0044	0.00	5.80	0.00	0.30	0.40	0.00	0.00	0.00
0045	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0046	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.30	3.60
0047	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00
0048	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.30	1.90	1.00
0049	2.70	1.40	1.30	5.20	13.20	3.20	0.00	0.00
0050	0.00	0.00	0.00	0.30	4.10	21.10	3.50	6.00
0051	0.20	2.10	16.40	5.30	46.70	9.30	5.00	5.00
0052	7.30	20.20	10.10	15.50	0.70	21.70	11.70	4.60
0053	5.10	12.10	4.80	0.00	3.30	1.90	0.90	13.30
0054	22.00	0.20	0.00	5.90	1.20	1.40	10.70	0.00
0055	13.40	1.00	0.10	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00
0056	0.30	0.90	0.70	10.80	2.50	17.20	0.00	0.00
0057	17.00	0.00	6.90	1.30	0.20	34.20	0.40	0.00
0058	0.10	3.20	0.00	15.80	2.80	1.10	35.70	1.00
0059	2.10	1.90	1.50	1.90	0.00	0.00	0.00	6.30
0060	0.00	1.10	8.10	9.50	28.20	5.90	0.70	0.50
0061	3.40	8.00	1.20	5.70	21.20	3.00	14.00	0.00
0062	0.00	2.10	0.00	10.60	5.30	1.20	5.90	0.30
0063	0.00	19.40	4.60	1.00	0.30	0.00	1.70	1.70
0064	0.00	1.50	1.20	9.90	0.00	0.10	0.00	1.60
0065	2.20	30.70	31.00	6.30	0.90	6.20	4.50	0.00
0066	0.20	0.00	0.00	7.30	0.20	6.10	0.00	27.70
0067	0.00	0.00	7.30	1.90	0.40	0.40	15.60	0.40
0068	0.60	2.10	0.00	0.00	1.80	7.10	5.50	0.30
0069	0.00	9.30	1.30	8.50	1.90	0.00	1.40	0.90
0070	1.00	0.30	35.00	1.40	4.30	0.00	0.00	0.30
0071	7.40	0.00	3.30	0.10	22.20	8.20	2.00	0.00
0072	0.00	0.40	0.00	1.60	0.10	0.30	0.00	10.40
0073	0.00	0.00	0.00	5.50	0.00	0.00	0.00	0.00
0074	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

0075	1.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00
0076	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0077	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0078	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0079	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0080	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0081	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0082	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0083	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0084	7.70	0.00	0.70	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0085	2.50	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0086	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0087	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	0.10	2.00	0.00	0.00
0088	0.40	0.40	11.60	43.90	13.80	0.30	6.60	41.50	9.70	0.00
0089	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	12.50	16.90	0.00	0.00
0090	0.00	0.00	0.00	0.00	3.90	4.90	5.40	7.70	40.50	2.10
0091	0.00	0.00	0.00	1.50	12.30	14.60	3.30	8.70	0.00	0.50
0092	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
0093	2.40	0.00	29.50	23.70	0.00	0.00	0.00	0.00	9.80	2.40
0094	33.50	19.60	2.00	1.20	0.00	14.00	0.00	0.00	0.00	5.50
0095	0.70	0.00	4.50	6.90	0.00	1.80	1.80	10.00	16.10	0.20
0096	0.20	10.20	14.80	3.00	0.70	5.20	6.10	0.50	6.50	27.70
0097	5.50	8.90	0.50	0.30	2.00	2.90	0.30	0.00	3.70	13.90
0098	0.00	0.00	2.00	2.80	13.40	0.60	0.20	0.00	4.50	0.00
0099	6.00	0.00	0.00	0.00	20.20	0.00	6.30	5.10	20.80	13.60
0100	4.00	5.10	3.90	5.30	1.50	8.40	0.30	4.60	0.00	4.50
0101	0.00	1.20	5.80	8.40	4.50	9.00	2.20	4.00	1.10	9.20
0102	3.30	4.90	0.00	24.20	12.30	2.10	2.50	9.30	16.40	22.20
0103	0.00	17.20	0.30	0.80	2.10	0.00	9.20	0.00	0.00	10.70
0104	0.10	25.90	1.50	0.10	0.00	0.00	0.00	5.40	4.50	1.90
0105	0.40	3.00	0.10	0.10	3.70	1.40	0.80	4.60	6.50	0.40
0106	13.40	2.90	0.00	15.30	1.70	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0107	8.40	5.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0108	0.20	0.00	0.00	0.20	1.10	22.60	9.50	6.60	1.30	1.50
0109	2.40	4.00	3.40	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	3.70	3.40
0110	0.00	0.00	4.70	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0111	0.00	0.00	0.30	0.00	0.70	0.90	9.00	2.30	0.70	0.10
0112	0.00	0.00	0.00	0.40	11.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40
0113	0.30	0.00	0.00	3.10	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0114	4.00	4.70	2.30	0.50	2.10	1.60	4.10	3.30	2.00	3.00
0115	3.20	1.80	2.60	1.90	4.00	5.20	3.40	2.30	3.60	2.20
0116	1.50	2.50	0.80	4.40	2.90	6.30	4.10	3.40	4.10	3.30
0117	2.00	3.10	4.40	1.50	1.70	2.70	2.60	2.40	3.60	3.60
0118	2.10	3.20	3.80	5.10	4.6	4.2	2.8	2.8	2.4	0.7
0119	4.2	5.1	5.0	4.20	2.90	4.50	1.80	2.80	2.40	3.20
0120	2.20	2.20	4.10	2.80	1.80	3.20	3.10	2.60	7.30	1.40
0121	4.20	3.50	3.90	2.00	1.80	1.90	1.80	1.00	1.90	2.30
0122	4.60	1.00	2.50	2.50	1.20	4.10	4.90	2.80	1.90	2.80
0123	3.50	0.10	3.10	2.30	2.30	3.00	2.60	4.40	3.30	3.30
0124	3.80	3.30	4.20	2.80	1.70	1.40	2.60	3.30	3.60	3.20
0125	0.80	1.90	5.20	3.30	3.80	2.90	5.20	1.80	4.00	3.30
0126	2.20	1.10	2.50	1.10	2.80	2.40	5.00	1.90	2.10	0.60
0127	0.70	2.90	1.30	2.60	1.60	2.40	4.30	2.30	4.30	3.00
0128	3.20	0.70	2.90	1.60	5.60	2.10	0.70	3.10	1.80	2.00
0129	2.30	0.40	3.10	3.70	3.70	2.40	3.20	4.00	2.30	2.60
0130	3.10	2.70	4.60	2.50	0.80	3.70	3.60	4.20	3.80	2.90
0131	5.00	1.90	1.50	0.50	3.90	3.90	2.50	1.80	1.50	5.20
0132	2.90	5.00	2.30	5.50	2.80	3.70	4.90	3.10	1.80	1.70
0133	4.50	2.30	3.20	2.40	1.70	1.30	2.90	2.90	3.00	1.70
0134	4.10	1.50	4.90	1.10	3.30	3.00	2.30	3.20	1.90	2.20
0135	3.10	1.20	2.80	1.90	5.20	1.10	3.20	5.80	5.30	3.50
0136	2.00	2.60	2.40	1.60	3.40	1.70	1.60	2.70	5.40	2.70
0137	2.70	2.60	1.40	2.60	3.90	4.10	1.70	2.70	2.70	2.10
0138	1.50	1.90	5.40	2.80	2.70	2.60	2.80	1.30	2.90	3.60
0139	1.20	0.80	1.60	6.00	6.00	3.70	3.30	1.90	1.10	3.10
0140	1.40	1.40	3.50	0.80	4.00	3.10	5.30	3.10	2.70	4.00
0141	2.80	2.60	2.10	1.20	1.90	2.60	2.30	3.30	3.60	1.70
0142	0.80	2.70	2.60	2.30	4.80	5.80	2.40	4.40	1.50	3.10
0143	4.90	2.20	2.70	3.40	5.90	4.20	4.90	3.10	1.80	3.80
0144	2.30	2.70	6.10	2.50	5.40	4.20	1.60	4.20	1.20	4.30
0145	3.90	4.20	3.20	3.50	2.50	6.30	6.20	2.80	3.30	5.40
0146	3.60	4.20	2.90	2.90	6.40	4.40	2.60	4.70	4.60	1.70
0147	3.60	3.60	4.10	3.30	3.30	2.70	5.60	5.40	6.30	4.90
0148	5.10	3.10	3.10	5.10	5.90	4.60	0.60	5.20	3.30	3.80

0149	1.80	2.90	4.20	3.30	2.30	3.20	1.70	1.90	3.10	3.60
0150	2.80	2.70	2.70	3.00	3.00	1.70	4.10	5.50	4.80	3.90
0151	1.80	4.20	2.10	6.90	1.40	2.40	1.60	1.70	3.60	1.20
0152	2.80	1.20	1.90	1.90	5.60	5.90	5.20	5.20	2.40	2.60
0153	1.90	3.40	5.30	5.80	4.50	2.10	3.30	2.50	4.60	4.30
0154	4.80	1.30	1.80	1.80	2.70	3.80	3.10	2.80	2.60	2.80
0155	3.80	3.20	4.40	6.00	5.80	3.80	4.70	2.80	3.90	3.90
0156	4.10	4.20	4.00	3.90	4.00	3.80	4.70	3.40	2.10	2.00
0157	2.70	3.80	4.10	4.10	3.80	3.80	3.40	3.40	2.70	2.70
0158	3.50	3.20	2.80	3.90	3.50	3.70	3.40	3.00	2.30	2.50
0159	4.10	1.30	1.40	4.60	4.90	4.90	3.90	4.40	3.20	3.20
0160	4.70	4.60	4.60	3.80	3.80	3.80	3.80	4.40	3.70	3.70
0161	2.70	1.40	2.40	2.50	3.00	1.10	4.00	4.40	3.30	3.30
0162	4.20	3.50	3.30	1.90	2.60	1.90	3.00	2.60	2.60	4.50
0163	3.60	2.40	4.00	4.60	5.30	3.40	3.00	3.00	4.20	4.20
0164	2.90	3.40	3.50	4.70	1.60	2.50	2.30	3.90	4.20	3.00
0165	3.30	4.60	4.70	4.40	4.10	4.70	4.60	4.20	3.40	3.20
0166	4.20	3.70	3.00	2.90	2.50	3.70	2.80	3.30	2.90	4.20
0167	2.90	4.50	3.30	3.80	3.70	2.10	2.20	4.80	3.50	3.20
0168	4.10	3.40	4.60	3.60	3.40	3.50	1.80	4.70	3.50	3.60
0169	3.20	3.60	3.70	4.20	3.40	3.70	3.70	4.40	3.60	3.50
0170	3.20	2.60	3.70	4.00	2.60	3.90	3.40	4.10	4.60	2.00
0171	3.20	3.50	2.90	4.80	1.80	2.90	2.30	3.40	3.30	3.30
0172	4.50	3.40	3.40	3.80	3.60	3.50	2.50	3.50	3.40	2.90
0173	4.40	3.20	4.60	2.70	2.70	3.70	1.70	3.60	3.50	2.90
0174	3.70	2.60	1.60	3.60	2.50	3.60	2.70	2.10	3.30	4.50
0175	3.70	2.00	2.30	4.10	2.30	3.50	3.20	2.20	3.60	4.40
0176	1.70	3.20	3.70	4.20	2.50	3.40	3.70	3.30	2.50	4.40
0177	3.70	4.50	4.50	2.10	3.70	2.70	3.30	3.60	4.30	3.60
0178	3.00	3.40	3.20	3.70	4.40	2.30	3.40	2.60	3.10	2.80
0179	3.70	3.10	1.60	4.20	1.70	2.50	3.20	3.60	2.50	2.70
0180	3.40	3.10	2.30	2.30	2.70	4.50	2.90	3.90	3.60	4.50
0181	4.40	4.20	2.80	2.90	4.00	3.80	3.80	4.60	3.60	4.40
0182	4.80	4.20	2.90	3.40	4.50	4.40	5.70	3.80	4.70	3.80
0183	3.90	4.90	3.70	3.60	5.20	5.20	4.30	3.70	3.70	3.90
0184	3.20	3.80	4.00	2.50	4.70	2.80	3.40	2.70	1.50	2.20
0185	1.90	1.20	1.90	3.10	4.40	3.60	3.60	3.60	1.40	2.40
0186	3.30	0.20	4.70	3.30	6.60	1.50	4.40	6.50	3.40	2.50
0187	1.80	3.20	3.70	1.40	3.10	4.00	2.60	4.40	1.90	4.70
0188	3.00	4.80	4.20	4.60	4.00	1.40	2.00	3.30	3.80	4.50
0189	6.90	3.40	4.60	4.60	3.30	4.60	3.20	6.00	4.90	3.50
0190	4.10	3.50	4.50	6.00	3.40	3.40	3.60	3.40	4.10	1.90
0191	3.60	4.90	5.30	3.60	2.90	4.10	3.40	3.50	4.60	5.00
0192	5.90	5.10	6.40	4.30	4.50	5.80	5.70	4.10	5.60	4.70
0193	6.90	5.00	3.70	6.80	3.40	2.10	6.00	5.80	5.10	3.20
0194	3.70	3.90	5.00	4.20	2.20	5.30	2.10	4.40	4.30	2.90
0195	4.30	2.70	4.20	5.80	4.40	4.60	6.90	3.80	5.10	3.20
0196	5.40	5.10	3.10	4.50	2.90	4.50	1.60	1.20	2.20	5.40
0197	5.70	3.60	4.00	3.70	3.30	4.50	3.10	4.20	2.40	3.60
0198	1.60	3.00	1.50	2.20	2.20	1.70	1.90	2.30	2.40	3.70
0199	4.50	3.40	4.90	3.60	1.70	2.40	1.90	3.60	3.20	3.30
0200	4.50	4.10	5.80	1.80	1.70	2.20	2.40	3.60	2.40	2.00
0201	3.20	4.60	3.40	3.60	3.50	1.70	2.10	3.30	2.50	3.60
0202	5.90	3.40	3.20	2.90	2.50	2.30	3.40	3.50	4.30	1.10
0203	2.30	2.30	3.60	2.50	2.90	2.20	1.30	2.60	4.40	4.20
0204	2.90	2.80	2.60	1.50	3.40	2.70	4.90	2.10	2.60	3.90
0205	5.50	1.50	2.60	1.50	3.10	1.70	2.40	1.70	2.60	1.30
0206	3.60	1.30	2.60	2.50	3.50	2.50	3.50	3.80	3.30	4.30
0207	1.60	2.90	2.30	2.30	3.60	2.10	1.70	3.10	3.10	1.10
0208	4.40	4.20	2.50	4.10	4.60	4.40	2.30	2.30	2.60	1.20
0209	2.00	3.90	2.10	4.90	4.60	3.00	3.50	1.60	1.70	3.10
0210	0.90	2.20	1.10	3.20	0.60	0.10	3.20	3.20	1.80	2.50
0211	1.40	1.20	1.10	1.10	2.60	1.90	1.10	3.50	1.40	3.70
0212	4.70	1.80	4.70	1.60	2.30	3.00	3.20	2.20	3.60	5.30
0213	2.50	1.20	2.60	4.20	4.80	3.50	3.10	4.50	2.30	2.90
0214	4.50	4.60	2.50	4.50	3.50	4.20	3.10	4.60	3.10	2.60
0215	4.10	2.30	3.70	3.90	3.60	2.50	1.70	4.60	3.00	1.90
0216	1.70	2.90	2.90	3.10	1.70	2.70	3.80	4.60	3.40	4.70
0217	2.20	3.50	2.80	3.40	3.80	2.60	2.30	3.70	2.50	4.80
0218	1.80	2.10	2.80	2.90	2.10	1.70	1.80	2.50	1.30	2.60
0219	2.40	2.70	3.40	3.00	2.40	2.90	3.90	4.60	3.60	2.20
0220	3.40	3.40	2.60	4.00	4.50	1.20	1.20	2.90	2.30	2.40
0221	4.60	4.30	2.90	2.00	2.60	2.60	2.70	2.20	3.60	3.40
0222	3.60	3.80	1.80	2.40	2.50	2.30	3.70	4.60	4.00	1.60

0223	1.90	3.00	2.50	2.50	2.50	3.10	2.50				
0224	1.39	1.53	2.16	1.92	1.92	1.61	1.71	1.62	1.53	1.53	
0225	1.46	1.53	1.46	1.46	1.46	1.39	1.46	1.39	1.53	1.53	
0226	1.71	1.53	1.46	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	
0227	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	
0228	1.33	1.27	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	
0229	1.33	1.33	1.33	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.46	1.46	
0230	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.27	1.27	
0231	1.27	1.33	1.27	1.33	1.33	1.46	1.46	1.46	1.39	1.39	
0232	3.33	2.67	1.92	1.53	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	
0233	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	
0234	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.53	1.53	
0235	3.00	2.33	3.20	2.49	1.71	1.46	1.46	1.46	1.39	1.46	
0236	1.46	1.71	1.71	1.61	1.62	1.53	1.53	1.53	1.62	1.62	
0237	1.81	2.49	2.33	2.65	2.67	1.92	1.92	4.48	6.19	6.19	
0238	2.65	2.52	4.63	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	6.71	
0239	2.28	2.10	4.63	2.28	2.28	2.65	2.65	2.67	2.49	2.67	
0240	2.33	2.33	2.67	2.33	2.52	2.49	2.33	2.33	2.33	2.16	
0241	2.33	2.05	2.33	3.06	2.33	2.05	3.20	2.85	2.18	2.67	
0242	2.49	2.49	2.49	2.33	2.18	2.33	3.53	8.44	3.06	4.05	
0243	2.65	3.77	2.67	3.68	3.52	10.62	6.99	4.93	4.05	4.05	
0244	3.26	4.33	6.68	4.63	4.33	3.28	4.48	4.93	3.77	3.71	
0245	6.65	4.05	11.43	6.23	5.58	4.93	4.33	4.93	3.26	4.05	
0246	3.77	4.05	3.77	4.33	4.33	3.28	6.22	6.50	3.77	9.40	
0247	5.58	4.63	4.33	4.05	3.52	5.26	4.33	4.93	18.61	12.46	
0248	10.35	8.96	8.27	16.47	11.65	10.20	16.33	11.63	9.85	8.96	
0249	11.05	8.96	8.38	10.35	7.59	6.56	7.98	7.93	6.23	5.91	
0250	5.91	5.26	4.63	8.91	7.59	5.26	4.63	4.33	3.77	3.52	
0251	3.52	3.26	3.06	3.77	3.28	3.52	3.52	3.28	3.06	4.05	
0252	4.33	3.52	3.52	3.28	3.28	3.52	4.63	3.77	3.06	3.28	
0253	3.06	2.65	2.67	2.49	2.49	2.67	3.06	3.06	2.49	2.49	
0254	2.49	2.33	2.33	2.33	2.75	6.20	2.33	2.33	2.49	2.49	
0255	2.49	2.49	2.49	2.33	2.05	1.81	1.71	1.92	2.85	2.05	
0256	2.18	1.92	1.92	1.92	1.61	1.81	1.81	1.81	1.81	1.61	
0257	1.81	1.81	1.81	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.62	
0258	1.62	1.62	1.62	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.46	
0259	1.46	1.46	1.46	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.33	
0260	1.33	1.33	1.33	1.27	1.27	1.20	1.20	1.34	1.34	1.20	
0261	1.20	1.20	1.94	2.25	5.25	2.44	1.94	1.63	1.47	1.34	
0262	1.34	1.47	2.44	2.63	1.94	1.76	1.63	1.47	1.47	1.47	
0263	1.63	1.63	1.63	1.47	1.47	3.76	2.63	2.44	2.25	2.09	
0264	2.09	2.09	1.94	1.94	1.94	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	
0265	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.47	1.47	1.47	1.47	1.34	
0266	1.34	1.34	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.34	1.20	
0267	1.20	1.20	1.07	1.20	1.20	1.20	1.07	1.07	1.07	0.93	
0268	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.20	
0269	1.07	1.20	1.07	1.20	1.20	1.63	1.47	1.47	1.34	1.34	
0270	1.20	1.20	1.07	0.80	4.72	3.20	2.44	2.25	2.69	6.00	
0271	2.25	2.44	7.44	2.62	10.34	4.74	3.94	3.70	5.81	7.70	
0272	5.35	5.95	12.66	7.41	10.78	8.75	12.52	8.42	8.06	8.79	
0273	11.59	10.69	8.42	7.70	8.79	7.70	7.60	13.53	9.15	12.44	
0274	11.15	8.42	8.06	9.51	8.06	8.79	8.66	7.66	6.65	9.08	
0275	8.75	6.30	5.95	5.95	5.65	5.35	5.84	4.74	5.04	6.63	
0276	5.95	9.02	9.28	8.42	8.89	11.42	7.60	6.65	6.65	9.86	
0277	8.68	7.70	7.00	6.30	6.65	16.42	8.66	7.35	7.70	8.06	
0278	18.42	7.70	4.65	9.36	7.35	12.98	13.30	9.15	14.91	9.92	
0279	8.42	6.42	8.06	7.35	7.35	7.00	7.00	7.35	7.00	6.30	
0280	6.30	5.95	12.67	16.68	12.78	9.15	8.06	8.66	8.06	7.70	
0281	10.97	8.06	8.06	12.38	12.37	11.76	10.74	9.15	8.06	8.66	
0282	8.66	7.70	7.35	12.90	9.51	7.70	7.35	7.60	7.00	6.65	
0283	15.39	9.51	7.70	6.65	5.95	6.30	6.30	5.95	5.95	7.70	
0284	7.35	7.00	6.65	7.00	6.30	5.95	5.65	6.30	6.30	5.65	
0285	5.65	24.79	15.85	9.92	9.51	15.34	10.74	10.33	10.87	11.15	
0286	9.51	9.51	9.51	9.92	9.51	9.15	6.42	8.42	13.11	8.79	
0287	8.06	9.69	10.33	7.70	7.35	7.80	13.79	8.79	8.66	8.66	
0288	7.35	7.35	7.35	7.00	6.65	6.65	6.65	6.30	6.30	5.95	
0289	5.95	5.95	5.95	5.65	5.65	5.65	5.35	5.84	5.84	5.64	
0290	4.74	4.74	12.01	7.70	5.95	5.84	4.74	4.44	4.44	4.44	
0291	4.44	4.44	4.44	4.74	5.49	6.79	7.70	6.65	5.95	5.35	
0292	5.04	4.74	4.74	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44	4.19	
0293	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	
0294	3.70	3.70	3.70	3.45	3.45	3.45	3.45	3.45	3.45	3.20	
0295	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.01	3.20	3.01	3.01	
0296	3.01	3.01	3.01	2.82	3.01	2.82	3.01	2.82	2.82	2.82	

*KANAQ T=00004 IS ON CP00011 USING 00024 BLKS R=0000

0001	NAND=	3
0002		
0003	AMES=	36
0004		
0005	71	1
0006		
0007	1	31
0008		
0009	2	26
0010		
0011	3	31
0012		
0013	4	36
0014		
0015	5	31
0016		
0017	6	30
0018		
0019	7	31
0020		
0021	8	31
0022		
0023	9	30
0024		
0025	10	31
0026		
0027	11	30
0028		
0029	12	31
0030		
0031	NDA(JA)=	365
0032		
0033		
0034	72	2
0035		
0036	1	31
0037		
0038	2	29
0039		
0040	3	31
0041		
0042	4	30
0043		
0044	5	31
0045		
0046	6	30
0047		
0048	7	31
0049		
0050	8	31
0051		
0052	9	30
0053		
0054	10	31
0055		
0056	11	30
0057		
0058	12	31
0059		
0060	NDA(JA)=	366
0061		
0062		
0063	73	3
0064		
0065	1	31
0066		
0067	2	28
0068		
0069	3	31
0070		
0071	4	30
0072		
0073	5	31
0074		

KARAS T=0004 IS ON CR00011 USING 00024 BLS F=0000

0075 6 30

0076 7 31

0077 8 31

0078 9 30

0079 10 31

0080 11 30

0081 12 31

0082 13 31

0083 14 30

0084 15 31

0085 16 31

0086 17 31

0087 18 31

0088 19 31

0089 20 31

0090 21 31

0091 22 31

0092 23 31

0093 24 31

0094 25 31

0095 26 31

0096 27 31

0097 28 31

0098 29 31

0099 30 31

0100 31 31

0101 32 31

0102 33 31

0103 34 31

0104 35 31

0105 36 31

0106 37 31

0107 38 31

0108 39 31

0109 40 31

0110 41 31

0111 42 31

0112 43 31

0113 44 31

0114 45 31

0115 46 31

0116 47 31

0117 48 31

0118 49 31

0119 50 31

0120 51 31

0121 52 31

0122 53 31

0123 54 31

0124 55 31

0125 56 31

0126 57 31

0127 58 31

0128 59 31

0129 60 31

0130 61 31

0131 62 31

0132 63 31

0133 64 31

0134 65 31

0135 66 31

0136 67 31

0137 68 31

0138 69 31

0139 70 31

0140 71 31

ARREGLO DE LA LAMINA ESCURRIDA EN MM.

0097	.93	1.12	1.46	1.29	1.29	1.21	1.15	1.09	1.02	1.02
0098	.98	1.02	.98	.98	.98	.93	.98	.93	1.02	.93
0099	1.15	1.02	.98	.93	.89	.93	.89	.93	.89	.89
0100	.89	.89	.93	.93	.93	.89	.93	.89	.89	.89
0101	.89	.89	.89	.89	.89	.89	.89	.89	.89	.89
0102	.89	.89	.89	.93	.93	.93	.93	.93	.98	.98
0103	.89	.89	.89	.89	.89	.89	.89	.89	.89	.89
0104	.89	.89	.89	.89	.89	.89	.89	.89	.89	.89
0105	2.23	1.79	1.25	1.02	1.15	.98	.98	.98	.98	.98
0106	.98	.98	.98	.98	.98	.98	.98	.98	.98	.98
0107	.98	.98	.98	.98	.98	.98	.98	1.12	1.02	3.05
0108	2.05	1.56	2.20	1.67	1.15	.98	.98	.93	.98	.98
0109	.98	1.15	1.15	1.21	1.09	1.02	1.02	1.02	1.09	1.09
0110	1.21	1.67	1.56	1.91	1.79	1.29	1.29	3.06	4.15	4.14
0111	1.91	2.36	3.10	2.36	1.91	1.91	2.05	1.56	1.91	4.49
0112	2.20	5.43	3.10	2.20	1.91	1.91	1.91	1.79	1.67	1.79
0113	1.56	1.56	1.79	2.54	2.36	1.67	1.56	1.56	1.56	1.46
0114	1.37	1.37	1.56	2.05	1.56	1.37	2.20	1.91	1.46	1.79
0115	1.67	1.67	1.67	1.56	1.46	1.56	2.36	5.65	2.05	2.71
0116	1.91	2.53	1.79	2.60	2.36	9.26	6.02	3.36	2.71	2.71
0117	3.52	2.90	4.07	3.10	2.90	2.20	3.00	3.30	2.53	2.48
0118	4.45	2.71	7.66	4.17	3.74	3.30	2.90	3.30	3.52	2.71
0119	2.53	2.71	2.53	2.53	2.90	2.20	4.17	4.35	2.53	6.30
0120	3.74	3.10	2.90	2.71	2.36	3.52	2.90	3.30	12.46	8.35
0121	6.93	6.00	5.54	11.03	7.40	6.83	10.54	7.59	6.46	6.00
0122	7.40	6.00	5.61	6.93	5.08	4.39	5.34	5.31	4.17	3.96
0123	3.56	3.52	3.10	5.97	5.08	3.52	3.10	2.90	2.53	2.36
0124	2.36	2.20	2.05	2.53	2.20	2.36	2.36	2.20	2.05	2.71
0125	2.56	2.36	2.36	2.20	2.20	2.36	3.16	2.53	2.65	2.20
0126	2.05	1.91	1.79	1.67	1.67	1.79	2.05	2.05	1.67	1.67
0127	1.67	1.56	1.56	1.56	1.84	4.15	1.56	1.56	1.67	1.67
0128	1.67	1.67	1.67	1.56	1.37	1.21	1.15	1.29	1.91	1.37
0129	1.46	1.29	1.29	1.29	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21
0130	1.21	1.21	1.21	1.21	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.09
0131	1.09	1.09	1.09	1.09	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	.98
0132	.98	.98	.98	.98	.93	.93	.93	.93	.93	.89
0133	.89	.89	.89	.89	.85	.80	.80	.90	.90	.80
0134	.80	.80	1.30	1.51	3.52	1.63	1.30	1.09	.98	.90
0135	.96	.98	1.63	1.76	1.50	1.19	1.67	.98	.98	.98
0136	1.09	1.09	1.09	.98	.98	2.52	1.76	1.63	1.51	1.40
0137	1.40	1.40	1.30	1.30	1.50	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
0138	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	.98	.98	.98	.96	.90
0139	.90	.90	.80	.80	.80	.80	.80	.80	.96	.80
0140	.80	.80	.72	.80	.80	.80	.72	.72	.72	.62

0141	.72	.72	.72	.72	.72	.72	.72	.72	.72	.50
0142	.72	.80	.72	.80	.80	1.09	.56	.98	.98	.98
0143	.80	.80	.72	.54	3.16	2.14	1.63	1.51	1.60	4.02
0144	1.51	1.40	3.32	1.89	6.93	3.17	2.64	2.48	3.89	5.16
0145	7.58	3.99	6.48	4.96	7.22	5.88	8.39	5.64	5.40	5.69
0146	7.76	7.16	5.64	5.16	5.69	5.16	4.69	5.06	6.13	6.33
0147	7.47	5.64	5.40	6.37	5.40	5.69	5.40	4.69	4.45	6.08
0148	5.66	4.22	3.99	3.99	3.78	3.58	3.38	3.17	3.38	5.38

*KANAG T=00004 IS ON CR00011 USING 00024 FLKS R=0000

0149	3.99	6.04	6.22	5.64	5.95	7.65	4.69	4.45	4.45	6.60
0150	3.81	5.16	4.69	4.22	4.45	11.00	5.40	4.92	5.16	5.40
0151	13.64	5.16	4.69	4.22	4.45	8.69	8.91	4.92	9.99	6.64
0152	3.64	5.64	5.40	4.92	4.92	4.69	4.69	4.92	4.69	4.22
0153	4.22	3.99	6.08	10.77	8.56	6.13	5.40	5.40	5.40	5.16
0154	7.35	5.40	5.40	8.29	8.29	7.68	7.19	6.13	5.40	5.40
0155	5.40	5.16	4.92	6.64	6.37	5.16	4.92	4.69	4.69	4.45
0156	10.31	6.37	5.16	4.45	3.99	4.22	4.22	3.99	3.99	5.16
0157	4.92	4.69	4.45	4.89	4.22	3.99	3.78	4.22	4.22	3.78
0158	3.78	16.60	10.62	6.64	6.37	10.27	7.19	4.92	7.26	7.47
0159	6.37	6.37	6.37	6.64	6.37	6.13	5.64	5.64	8.78	5.89
0160	5.40	6.49	6.92	5.16	4.92	5.22	9.24	5.88	5.40	5.40
0161	4.92	4.92	4.92	4.69	4.45	4.45	4.45	4.22	4.22	3.99
0162	3.99	3.99	3.99	3.78	3.78	3.78	3.58	3.38	3.38	3.38
0163	3.17	3.17	8.04	5.16	3.99	3.38	3.17	2.97	2.97	2.97
0164	2.97	2.97	2.97	3.17	6.36	5.89	5.16	4.45	3.99	3.58
0165	3.38	3.17	3.17	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	3.81
0166	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48
0167	2.48	2.48	2.48	2.31	2.31	3.31	2.31	2.31	2.31	3.14
0168	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.02	2.14	2.02	2.02
0169	2.02	2.02	2.02	1.89	2.02	1.89	2.02	1.89	1.89	1.89
0170	1.89	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
0171	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.63
0172	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.51	1.51	1.51	1.51
0173	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51
0174	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.40	1.40	1.40
0175	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
0176	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
0177	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
0178	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
0179	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
0180	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
0181	1.40	1.40	1.51	6.59	3.17	2.81	2.48	6.43	3.17	2.64
0182	2.64	2.48	2.31	2.31	2.14	3.98	2.81	4.48	2.64	2.14
0183	2.14	2.14	2.14	2.31	2.31	4.70	3.38	7.59	7.26	3.38
0184	2.64	2.48	2.02	1.76	1.76	3.89	5.73	3.17	2.48	2.31
0185	2.02	1.89	1.89	1.89	3.62	2.02	1.89	1.89	1.89	1.89
0186	1.89	3.31	7.10	9.42	4.45	3.58	3.17	2.97	2.97	4.32
0187	6.83	7.03	4.92	3.99	5.38	4.45	3.99	3.58	3.38	3.17
0188	2.97	3.17	5.17	3.78	3.17	3.17	4.16	10.35	5.16	3.78
0189	3.78	12.24	5.40	4.45	4.69	6.53	4.69	3.99	6.44	11.47
0190	6.13	5.40	4.69	4.22	3.99	3.78	3.58	3.38	7.49	4.45
0191	3.58	3.17	3.42	4.45	4.22	3.17	3.17	3.38	3.38	3.58
0192	3.17	2.97	2.97	5.17	4.60	3.33	6.32	6.39	6.44	6.13
0193	5.16	4.69	5.40	4.92	4.69	4.45	4.69	4.22	3.99	4.22
0194	3.78	4.45	3.99	4.69	12.28	6.13	5.87	4.92	12.19	6.37
0195	5.69	5.64	5.64	7.65	6.92	5.64	5.40	7.78	6.97	7.74
0196	6.52	7.74	7.45	7.19	7.19	8.08	8.01	6.64	7.45	6.64
0197	5.69	12.13	5.64	5.16	4.92	4.92	4.69	4.69	4.92	4.69
0198	4.45	4.45	4.22	3.99	3.78	3.99	3.58	3.58	3.38	3.17
0199	3.17	3.17	3.17	3.38	3.17	3.17	2.97	2.81	2.81	2.61
0200	2.81	2.81	2.64	2.64	2.64	2.31	2.31	2.31	2.31	2.31
0201	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.81	2.64	2.48	2.31	2.31
0202	2.31	2.31	2.81	2.97	2.64	2.48	2.31	2.31	3.38	2.97
0203	2.31	2.31	2.31	2.31	2.31	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14
0204	2.14	2.14	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02
0205	2.02	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89
0206	1.89	1.89	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.89	1.89	1.89

0207
0208
0209
0210
0211
0212
0213
0214
0215
0216
0217
0218
0219
0220
0221
0222

AFREGLO DE LA PRECIPITACION CORREGIDA

0.00	14.00	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.10	3.70	0.00	1.40
0.20	.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.40	0.00	0.00	1.00
0.00	.30	2.50	.40	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	.70	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	4.50	0.00	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
.10	0.00	5.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	3.30	2.10	0.00	17.20	.90	1.10	0.00	0.00	.20
.40	5.60	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	0.00	0.00	0.00	0.00
.40	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.20	7.00	23.10	4.50	0.00
3.70	21.90	0.00	0.00	0.00	1.80	.90	5.60	.90	0.00	0.00
6.60	0.00	2.10	0.00	.10	0.00	0.00	1.90	2.30	2.60	0.00

***** T=00004 IS ON CR00011 USING 00024 BLKS F=0000

0223	10.60	1.30	8.50	2.30	0.00	0.00	66.70	8.10	15.50	.30
0224	9.40	11.90	1.30	0.00	.30	5.40	0.00	.40	21.20	.20
0225	15.70	8.40	1.30	.90	1.30	7.40	0.00	0.00	3.80	0.00
0226	0.00	6.60	2.40	5.50	.10	1.60	0.00	6.60	0.00	0.00
0227	0.00	1.50	6.00	0.00	0.00	3.90	1.10	3.50	3.20	0.00
0228	0.00	.50	0.00	0.00	2.10	7.10	17.90	1.10	9.10	2.30
0229	5.10	6.00	9.10	8.20	3.00	42.90	.10	1.90	.60	3.70
0230	4.10	0.00	7.00	13.00	2.20	0.00	23.40	1.00	4.40	6.70
0231	2.30	6.50	11.30	0.00	0.00	.20	10.30	9.40	.20	.10
0232	7.00	0.00	.50	13.30	1.70	1.50	39.20	9.20	47.10	.90
0233	0.00	1.40	4.50	0.00	21.40	0.00	9.40	57.30	20.00	1.50
0234	0.00	2.50	42.10	0.00	3.50	35.60	0.00	0.00	11.90	6.00
0235	.80	1.80	7.50	0.00	.90	3.60	8.40	6.40	3.10	5.90
0236	2.40	8.50	7.80	.10	0.00	0.00	3.00	.80	0.00	0.00
0237	2.80	2.70	10.40	2.00	.40	5.10	0.00	.60	1.60	2.50
0238	0.00	.50	2.30	.10	3.60	5.10	0.00	1.60	8.90	.20
0239	0.00	0.00	0.00	1.60	0.00	5.20	4.00	0.00	0.00	.50
0240	0.00	0.00	0.00	6.00	28.10	0.00	1.00	1.10	0.00	1.40
0241	0.00	0.00	9.20	9.60	.10	0.00	.30	5.30	.20	0.00
0242	6.10	4.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	.10
0243	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.90
0244	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0245	0.00	0.00	0.00	0.00	.10	0.00	0.00	.30	0.00	1.60
0246	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	5.60	.60	0.00	.10	2.50
0247	.70	2.20	.80	8.60	4.40	0.00	0.00	.40	10.40	0.00
0248	.60	7.60	9.60	0.00	0.00	0.00	4.70	.10	0.00	0.00
0249	0.00	0.00	0.00	0.00	7.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0250	5.60	0.00	.30	.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0251	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0252	0.00	0.00	.20	.20	.20	.30	3.60	4.90	.00	0.00
0253	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	.30	0.00	0.00	.50	0.00
0254	0.00	0.00	0.00	.10	.30	1.90	1.00	2.40	2.90	2.90
0255	1.40	1.30	3.70	13.20	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0256	0.00	0.00	.30	4.10	21.10	3.50	6.00	0.00	23.20	.20
0257	2.10	16.40	5.30	46.70	9.30	5.00	5.00	7.90	13.60	7.30
0258	20.20	10.10	15.50	.70	21.70	11.70	4.60	11.40	9.10	5.10
0259	12.10	4.60	0.00	3.30	1.90	.90	13.30	3.50	.10	22.00
0260	.20	0.00	5.90	1.20	1.40	10.70	0.00	0.00	.60	13.60
0261	0.00	.10	.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10	.30
0262	8.90	.70	10.80	2.50	17.20	0.00	0.00	9.60	.40	17.00
0263	0.00	6.90	1.30	.20	34.20	.40	0.00	.60	4.30	.10
0264	3.20	0.00	15.80	2.80	1.10	35.70	1.80	3.00	14.60	2.10
0265	1.90	1.50	1.90	0.00	0.00	6.00	.40	0.00	0.00	0.00
0266	1.10	8.10	9.50	28.20	5.90	.70	.50	6.00	2.20	3.40
0267	8.00	1.20	5.70	21.20	3.00	14.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0268	2.10	0.00	10.60	5.30	1.20	5.90	.30	2.90	0.00	0.00
0269	19.40	4.60	1.00	.30	0.00	1.70	1.70	20.50	0.00	0.00
0270	1.50	1.20	9.90	0.00	.10	0.00	1.60	7.40	0.00	2.20
0271	30.70	31.00	6.30	.90	8.20	4.50	0.00	3.50	5.20	.20
0272	2.10	0.00	7.30	.20	6.10	0.00	0.00	27.70	0.00	0.00

0273	0.00	7.30	1.50	.40	.40	15.80	.40	0.00	0.00	.80
0274	2.10	0.00	0.00	1.80	7.10	5.50	.30	.20	0.00	0.00
0275	5.30	1.30	8.50	1.90	0.00	1.40	.90	0.00	0.00	1.00
0276	8.30	35.00	1.40	4.30	0.00	0.00	.30	.40	0.00	7.40
0277	0.00	3.30	.10	22.20	8.20	2.00	0.00	.40	0.00	0.00
0278	.40	0.00	1.60	.10	.30	0.00	10.40	0.00	1.30	0.00
0279	0.00	0.00	5.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0280	8.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	1.00
0281	0.00	0.00	.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	0.00
0282	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0283	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0284	0.00	0.00	0.00	0.00	.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0285	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0286	0.00	.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0287	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0288	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0289	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.70
0290	0.00	.70	0.00	.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50
0291	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0292	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0293	0.00	.90	0.00	0.00	0.00	.10	2.00	0.00	0.00	.40
0294	.40	11.60	43.90	13.80	.30	6.60	41.50	9.70	0.00	0.00
0295	0.00	0.00	0.00	0.00	.70	12.50	16.90	0.00	0.00	0.00
0296	0.00	0.00	0.00	3.90	4.90	5.40	7.70	40.50	2.10	0.00

*KANAG T=00004 IS ON CR00011 USING 00024 BLKS R=0000

0296	0.00	0.00	0.00	3.90	4.90	5.40	7.70	40.50	2.10	0.00
0297	0.00	0.00	1.50	12.30	14.60	3.30	8.70	0.00	.50	0.00
0298	0.00	0.00	0.00	8.00	.40	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40
0299	6.80	29.90	23.70	0.00	0.00	0.00	9.80	2.40	33.50	
0300	19.80	2.00	1.20	0.00	14.00	0.00	0.00	5.50	.70	
0301	0.00	4.50	6.90	0.00	1.80	1.80	10.00	16.10	.20	
0302	10.20	14.60	3.00	.70	5.20	6.10	.50	6.50	27.70	5.50
0303	0.00	.90	.30	2.00	2.90	.30	0.00	3.70	13.90	0.00
0304	0.00	2.00	2.80	13.40	.60	.20	0.00	4.50	0.00	8.00
0305	0.00	0.00	0.00	20.20	0.00	6.30	5.10	20.80	13.60	4.00
0306	5.10	3.90	5.30	1.50	8.40	.30	4.60	0.00	4.50	0.80
0307	1.20	5.80	0.40	4.50	9.00	2.20	4.00	1.10	9.20	3.30
0308	4.90	0.00	24.20	12.30	2.10	2.50	9.30	16.40	22.20	0.00
0309	17.20	.30	.80	2.10	0.00	9.20	0.00	0.00	10.70	.10
0310	25.90	1.50	.10	0.00	0.00	0.00	5.40	4.50	1.90	.40
0311	3.00	.10	0.00	3.70	1.40	.80	4.60	6.50	.40	13.40
0312	2.90	0.00	15.30	1.70	2.00	0.50	0.00	0.00	0.00	8.40
0313	5.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	.20
0314	0.00	0.00	.20	1.10	22.60	9.50	6.60	1.30	1.50	2.40
0315	4.00	3.40	6.50	.70	0.00	0.00	0.00	3.70	3.40	0.00
0316	0.00	4.70	0.00	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0317	0.00	.30	0.00	.70	.90	9.60	2.30	.70	.10	0.00
0318	0.00	0.00	.40	11.60	0.00	0.00	0.00	0.00	.40	.30
0319	0.00	0.00	3.10	2.90	0.00	0.00				

ARREGLO DE LA EVAPORACION CORREGIDA

0320										
0321										
0322										
0323	4.70	2.30	.50	2.10	1.60	4.10	3.30	2.00	3.00	3.20
0324	1.80	2.60	1.90	4.00	5.20	3.40	2.30	3.60	2.20	1.50
0325	2.50	.80	4.40	2.90	6.30	4.10	3.40	4.10	3.30	2.80
0326	3.10	4.40	1.50	1.70	2.70	2.60	2.40	3.60	3.60	2.10
0327	3.20	3.80	5.10	4.60	4.20	2.80	2.80	2.40	.70	4.20
0328	5.10	5.60	4.20	2.90	4.50	1.80	2.80	2.40	3.20	2.20
0329	2.20	4.10	2.60	1.80	3.20	3.10	2.60	7.30	1.40	4.20
0330	3.50	3.90	2.00	1.80	1.90	1.80	1.00	1.90	2.30	4.80
0331	1.60	2.50	2.50	1.20	4.10	4.90	2.80	1.90	2.80	3.50
0332	.10	3.10	2.30	2.30	3.00	2.60	4.40	3.30	3.30	3.60
0333	3.30	4.20	2.80	1.70	1.40	2.00	3.30	3.60	3.20	.80
0334	1.90	5.20	3.30	3.80	2.90	5.20	1.80	1.00	3.30	2.20
0335	1.10	2.50	1.10	2.80	2.40	5.00	1.80	2.10	.60	.70
0336	2.90	1.30	2.80	1.60	2.40	4.30	2.30	4.30	3.00	3.20

0337	.70	2.90	1.60	5.10	2.10	.70	3.10	1.80	2.00	2.30
0338	.40	3.10	3.70	3.70	2.40	3.20	4.60	2.30	2.60	3.10
0339	2.70	4.60	2.50	3.80	3.70	3.80	4.20	3.80	2.90	2.90
0340	1.90	1.50	1.50	3.90	3.90	2.50	1.80	1.50	5.20	2.90
0341	5.10	2.30	5.50	2.80	3.70	4.50	3.10	1.60	1.70	4.50
0342	2.30	3.20	2.40	1.70	1.30	2.90	2.90	3.00	1.70	4.10
0343	1.50	4.90	1.10	3.30	3.00	2.30	3.20	1.90	2.20	3.10
0344	1.20	2.60	1.90	5.20	1.10	3.20	5.60	5.30	3.50	2.00
0345	2.60	2.40	1.60	3.40	1.70	1.60	2.70	5.40	2.70	2.70
0346	2.60	1.40	2.60	3.50	4.10	1.70	2.70	2.70	2.10	1.50
0347	1.90	5.40	2.80	2.70	2.00	2.60	1.30	2.90	3.60	1.20
0348	.60	1.60	6.00	6.60	3.70	3.30	1.90	1.10	3.10	1.40
0349	1.40	3.50	.80	4.00	3.10	5.30	3.10	2.70	4.50	2.80
0350	2.60	2.10	1.20	1.90	2.60	2.30	3.30	3.60	1.70	.80
0351	2.70	2.60	2.30	4.80	5.80	2.40	4.40	1.50	3.10	4.90
0352	2.20	2.70	3.40	5.90	4.20	4.90	3.10	1.80	3.80	2.30
0353	2.70	6.10	2.50	5.40	4.20	1.60	4.20	1.20	4.30	3.90
0354	4.20	3.20	3.50	2.50	6.30	6.20	2.80	3.30	5.40	5.60
0355	4.20	2.90	3.90	6.40	4.40	2.50	4.70	4.80	1.70	3.60
0356	3.60	4.10	3.60	3.30	2.70	5.60	5.40	6.30	4.90	5.10
0357	3.10	3.10	5.20	5.90	4.60	.60	5.20	3.30	3.80	1.80
0358	2.90	4.20	3.30	2.30	3.20	.70	1.90	3.10	3.60	2.80
0359	2.70	2.70	3.00	3.00	1.70	4.10	5.50	4.80	3.90	1.80
0360	4.20	2.10	.90	1.40	2.40	1.60	1.70	3.60	1.20	2.80
0361	1.20	1.90	1.90	5.60	5.90	5.20	2.20	2.40	2.80	1.90
0362	3.40	5.30	5.60	4.50	2.10	3.30	5.20	3.60	4.30	4.80
0363	1.30	1.80	1.80	2.70	2.80	3.10	2.50	2.60	2.80	3.80
0364	3.20	4.40	6.00	5.60	5.80	4.70	2.60	3.90	3.90	4.10
0365	4.20	4.00	3.90	4.60	3.60	3.70	3.00	3.10	3.20	2.70
0366	3.60	4.10	4.10	3.60	3.60	3.40	3.40	2.70	2.70	3.50
0367	3.20	2.80	3.70	3.50	3.70	3.40	3.00	2.30	2.50	3.10
0368	1.30	1.40	3.10	2.50	2.50	3.90	4.50	4.20	3.40	4.70
0369	4.80	4.60	3.80	3.90	1.80	3.00	2.20	2.70	2.50	2.00
0370	1.40	2.40	2.50	2.00	3.10	4.00	4.40	3.30	3.60	4.20

*KANAS T=00064 IS ON CR00011 USING 00024 BLKS R=0000

0371	3.50	3.30	1.90	2.60	1.90	3.80	3.60	2.60	4.50	3.60
0372	2.40	4.00	4.60	3.30	3.40	3.20	3.00	3.30	4.20	2.90
0373	3.40	3.50	4.70	1.60	2.50	2.30	3.90	4.20	3.00	3.30
0374	4.60	4.70	4.40	4.10	4.70	4.60	4.20	3.40	3.20	4.20
0375	3.70	3.00	2.90	2.50	3.70	2.80	3.30	2.90	4.20	2.90
0376	4.50	3.30	3.60	3.70	2.10	2.20	4.80	3.50	3.20	4.10
0377	3.40	4.60	3.80	3.40	3.50	1.80	4.70	3.50	3.80	3.20
0378	3.60	3.70	4.20	3.40	3.70	2.70	4.40	3.60	3.50	3.20
0379	2.60	3.70	4.00	2.60	3.90	3.40	4.10	4.60	2.00	3.20
0380	3.50	2.90	4.80	1.80	2.90	2.30	3.40	5.00	4.70	5.50
0381	3.40	3.40	3.80	3.60	2.50	4.50	3.50	3.40	4.30	4.50
0382	3.20	4.80	2.70	2.70	3.70	1.70	3.90	3.50	2.90	3.70
0383	2.60	1.60	3.60	2.50	3.00	2.70	2.10	3.30	4.50	3.70
0384	2.00	2.30	4.10	2.30	3.50	3.20	2.50	3.60	4.30	1.70
0385	3.20	3.70	4.20	2.50	3.40	3.70	3.30	2.90	4.30	3.70
0386	4.50	4.30	2.10	3.70	2.70	3.30	3.60	4.30	3.50	3.00
0387	3.40	3.20	3.70	4.40	3.30	3.40	2.60	3.10	2.80	3.70
0388	3.10	1.60	4.20	1.70	2.50	3.20	3.00	2.50	2.70	3.40
0389	3.10	2.80	2.30	3.70	3.50	2.90	3.90	3.60	3.50	4.50
0390	4.80	3.20	2.90	3.00	3.30	2.90	5.60	3.80	3.40	4.80
0391	4.20	2.90	3.40	4.50	4.00	5.00	3.80	4.90	3.30	3.90
0392	4.90	3.70	3.60	5.70	5.20	4.30	4.30	3.70	2.90	3.20
0393	3.80	4.60	2.50	4.70	2.80	3.40	2.70	1.50	2.20	1.90
0394	1.20	1.90	3.10	4.40	3.60	3.60	3.80	1.40	2.40	3.30
0395	.20	4.70	3.30	6.00	1.50	4.40	6.50	3.40	2.50	1.80
0396	3.20	3.70	1.40	3.10	4.00	2.60	4.40	1.90	4.70	3.00
0397	4.60	4.20	4.60	4.00	1.40	2.60	3.30	3.80	4.50	6.90
0398	3.40	4.60	4.60	3.30	4.60	3.20	6.00	4.90	3.50	4.10
0399	3.50	4.50	6.00	3.40	3.40	5.60	3.40	4.10	1.90	3.60
0400	4.90	5.30	3.60	2.90	4.10	3.40	3.50	4.60	5.00	5.90

0401	5.10	6.40	4.50	4.50	5.60	5.70	4.10	5.60	4.70	6.90
0402	5.60	3.70	6.80	3.40	2.10	6.00	5.80	5.10	3.20	3.70
0403	3.90	5.60	4.20	2.20	5.30	2.10	4.40	4.30	2.90	4.30
0404	2.70	4.20	5.60	4.40	4.00	6.90	3.80	5.10	5.20	5.40
0405	5.10	3.10	4.50	2.50	4.50	1.60	1.20	2.20	5.40	5.70
0406	3.60	4.00	3.70	5.20	4.50	3.10	4.20	2.40	3.60	1.60
0407	3.60	1.50	2.20	2.20	1.70	1.90	2.30	2.40	5.70	4.50
0408	3.40	4.90	3.60	1.70	2.40	1.90	3.60	3.20	5.30	4.50
0409	4.10	5.60	1.80	1.70	2.20	2.40	2.60	2.40	2.00	3.20
0410	4.60	3.40	3.00	2.50	1.70	2.10	2.30	2.50	3.80	5.90
0411	3.40	3.20	2.90	2.50	2.30	3.40	3.90	4.30	1.10	2.30
0412	2.30	3.60	2.50	2.90	2.20	1.30	2.60	4.40	4.20	2.90
0413	2.80	2.60	1.50	3.40	2.70	4.90	2.10	2.60	3.90	5.50
0414	1.50	2.00	1.50	3.10	1.70	2.40	1.70	2.60	1.30	3.60
0415	1.30	2.60	2.50	3.50	2.50	3.50	3.80	3.30	4.30	1.60
0416	2.90	2.30	2.30	3.60	2.10	1.70	3.10	3.10	1.10	4.40
0417	4.20	2.50	4.10	4.60	4.40	2.30	2.30	2.60	1.20	2.60
0418	3.90	2.10	4.90	4.80	3.00	3.90	1.80	1.70	3.10	.90
0419	2.20	1.10	3.20	.60	.10	3.20	3.20	1.60	2.50	1.40
0420	1.20	2.10	1.10	2.60	1.90	1.10	3.50	1.40	3.70	4.70
0421	1.60	4.70	1.60	2.30	3.00	3.20	2.20	1.60	5.30	2.50
0422	1.20	2.60	4.20	4.80	3.50	3.10	4.50	2.30	2.90	4.50
0423	4.80	2.50	4.50	3.50	4.20	3.10	4.60	3.10	2.80	4.10
0424	2.30	3.70	3.90	3.60	2.50	1.70	4.60	3.00	1.90	1.70
0425	2.90	2.90	3.10	1.70	2.70	3.60	4.60	3.40	4.70	2.20
0426	3.50	2.80	3.40	3.80	2.80	2.30	3.70	2.50	4.80	1.80
0427	2.10	2.80	2.90	2.10	1.70	1.80	2.50	1.30	2.00	2.40
0428	2.70	3.40	3.00	2.40	2.90	3.90	4.00	3.60	2.20	3.40
0429	3.40	2.60	4.00	4.50	1.20	1.20	2.90	2.30	2.40	4.60
0430	4.30	3.90	2.00	2.00	2.60	2.70	2.20	3.60	3.40	3.00
0431	3.80	2.80	2.40	2.50	2.30	3.70	4.00	4.60	1.60	1.90
0432	3.60	2.80	2.60	2.80	3.10	2.80				
0433										
0434										
0435										
0436										
0437										
0438										
0439										
0440										
0441										
0442										
0443										
0444										

CUADRO RESUMEN

QDA= 193.396 QSA= 2461.375 QIA= 129.518
 ETA= 1036.465 NQA= 3299.301 TQA= 2784.373
 GPX= 16.60 PKQR= 20.26 CC1= .5480
 MEF= .54 FBR= .11

***** T=0004 IS ON CRO0011 USING 00024 BLKS P=0000

PAC= 3887.290 PAL= 3887.293

PARAMETROS

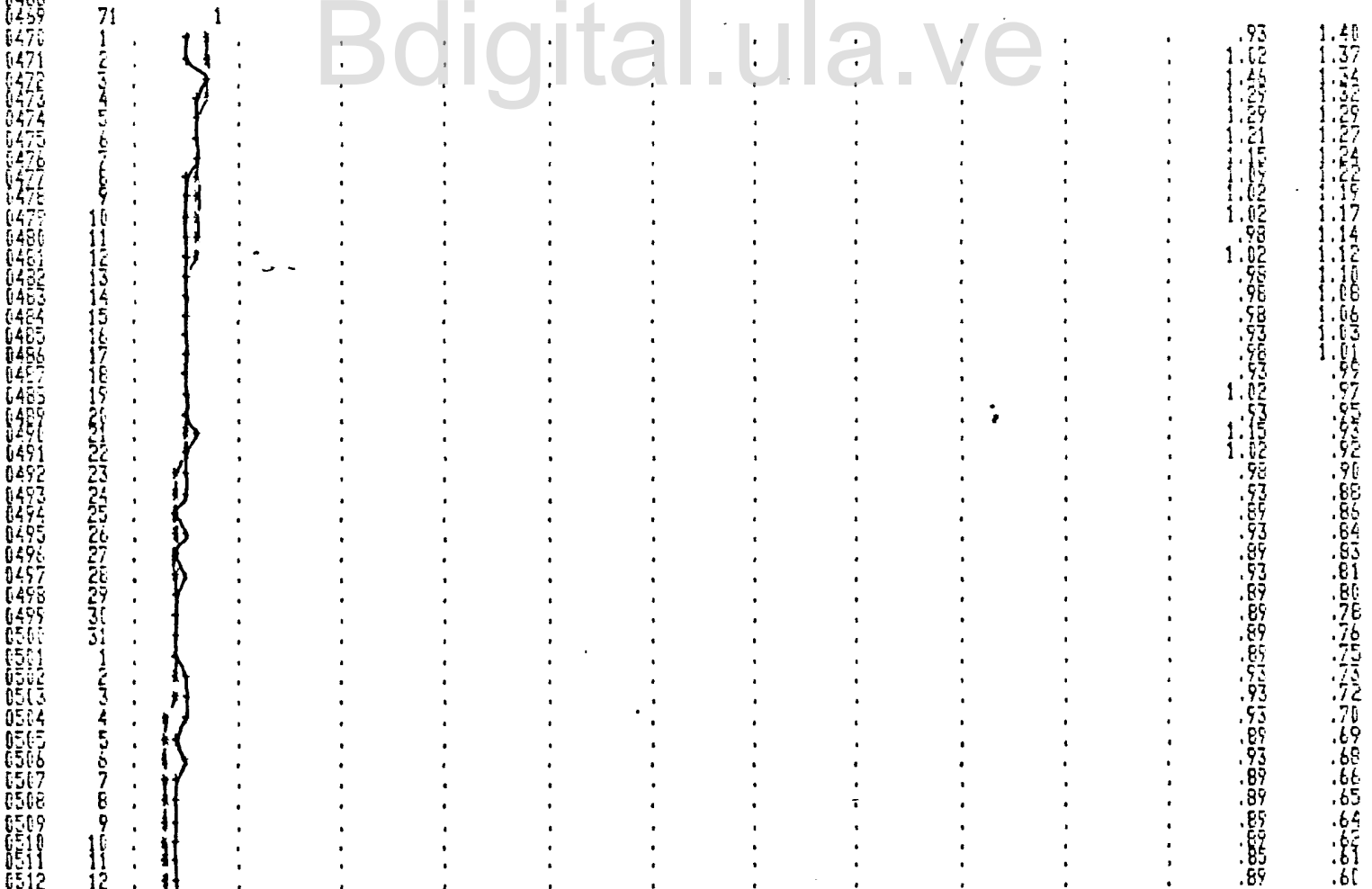
FR	S1	WP	FI	FD	FF	FE
120.0000	150.0000	50.0000	.0100	19.0000	1.0812	.0200
FL	FX	FE	DM	DA	SS	FSE
.3000	10.0000	.5000	55.0000	70.0000	25.3755	0.0000
						SCI
						100.0000

EMAX= 20.26 EMIN= .11 RGA= 2784.372
CUENCA DEL CANAGUA EDO MERIDA -- SIMULACION DE CAUDAL DIARIO

PERIODO ENE 71-DIC 73

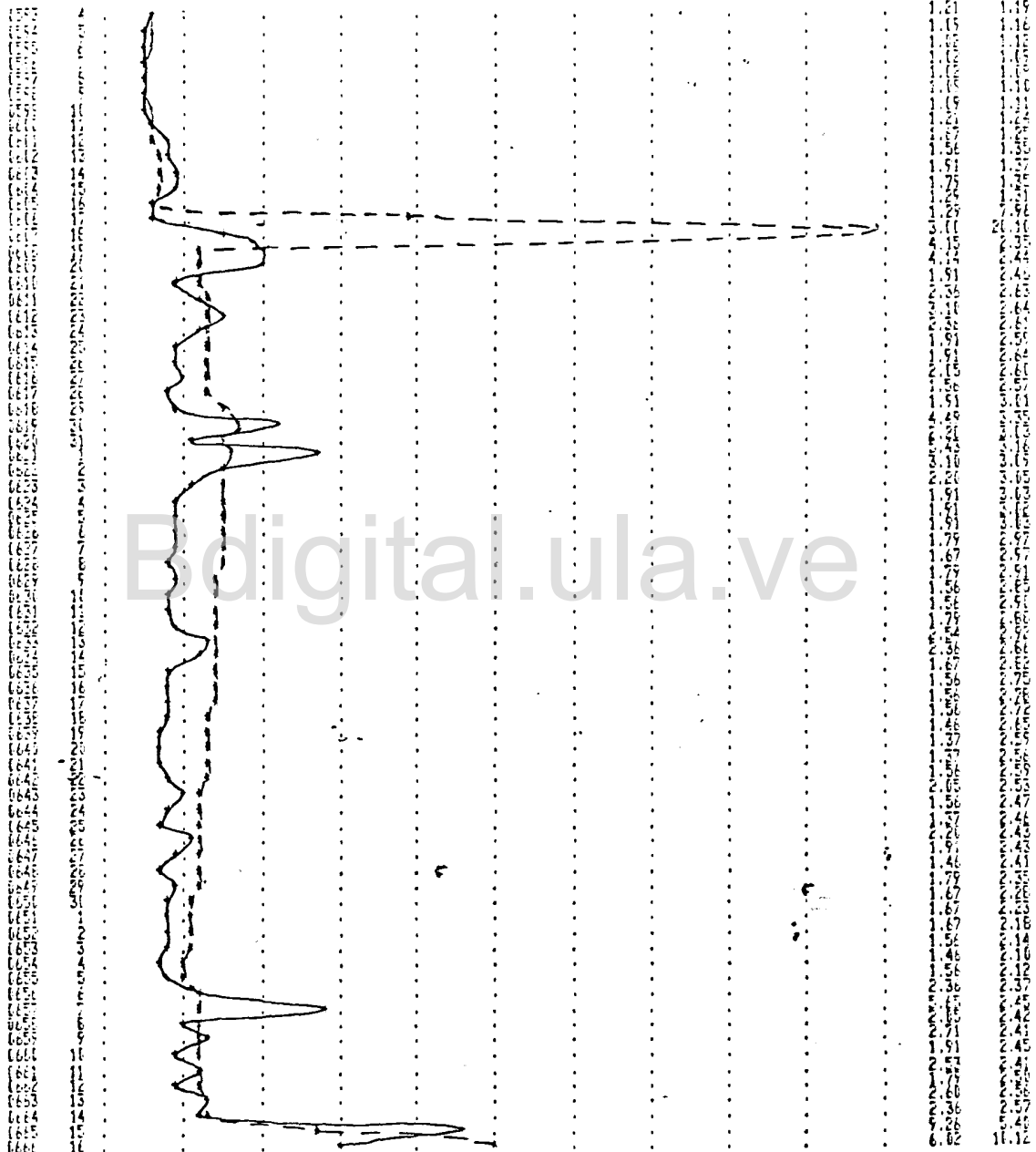
PLOT DE LOS VALORES DE ESCORRENTIA

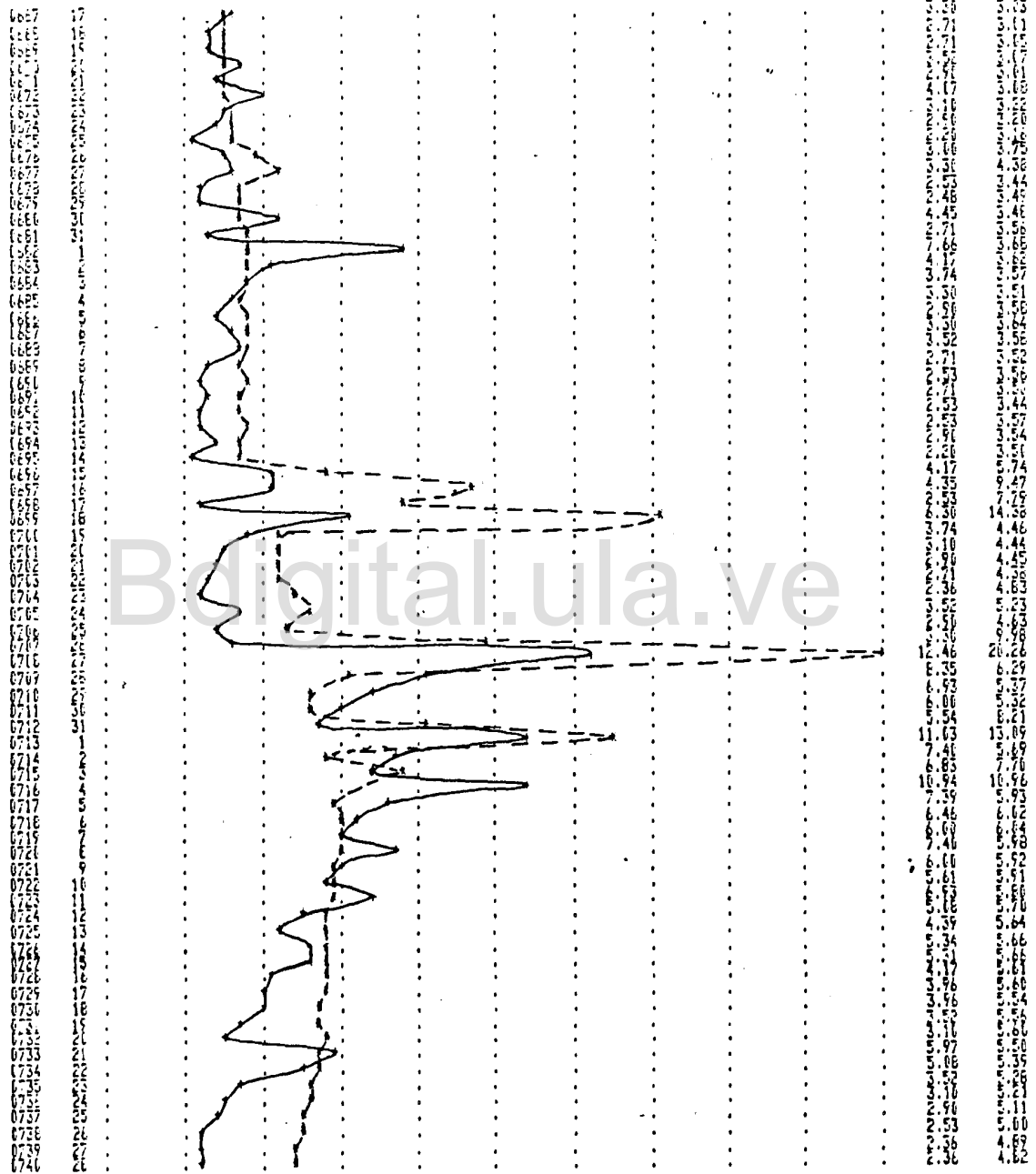
2.0	4.1	6.1	8.1	10.1	12.2	14.2	16.2	18.2	20.3	+DPS	*SIM
-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------

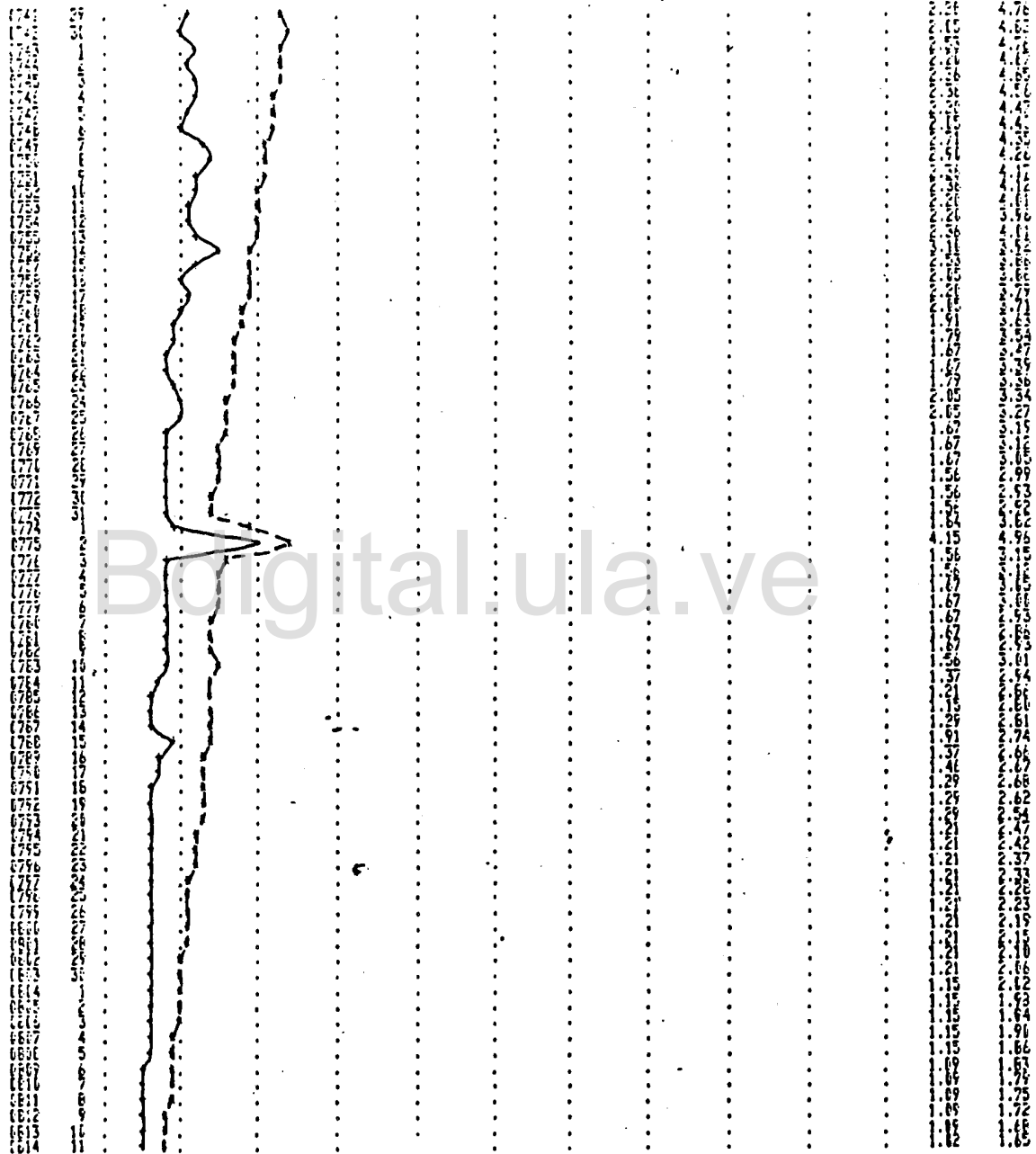


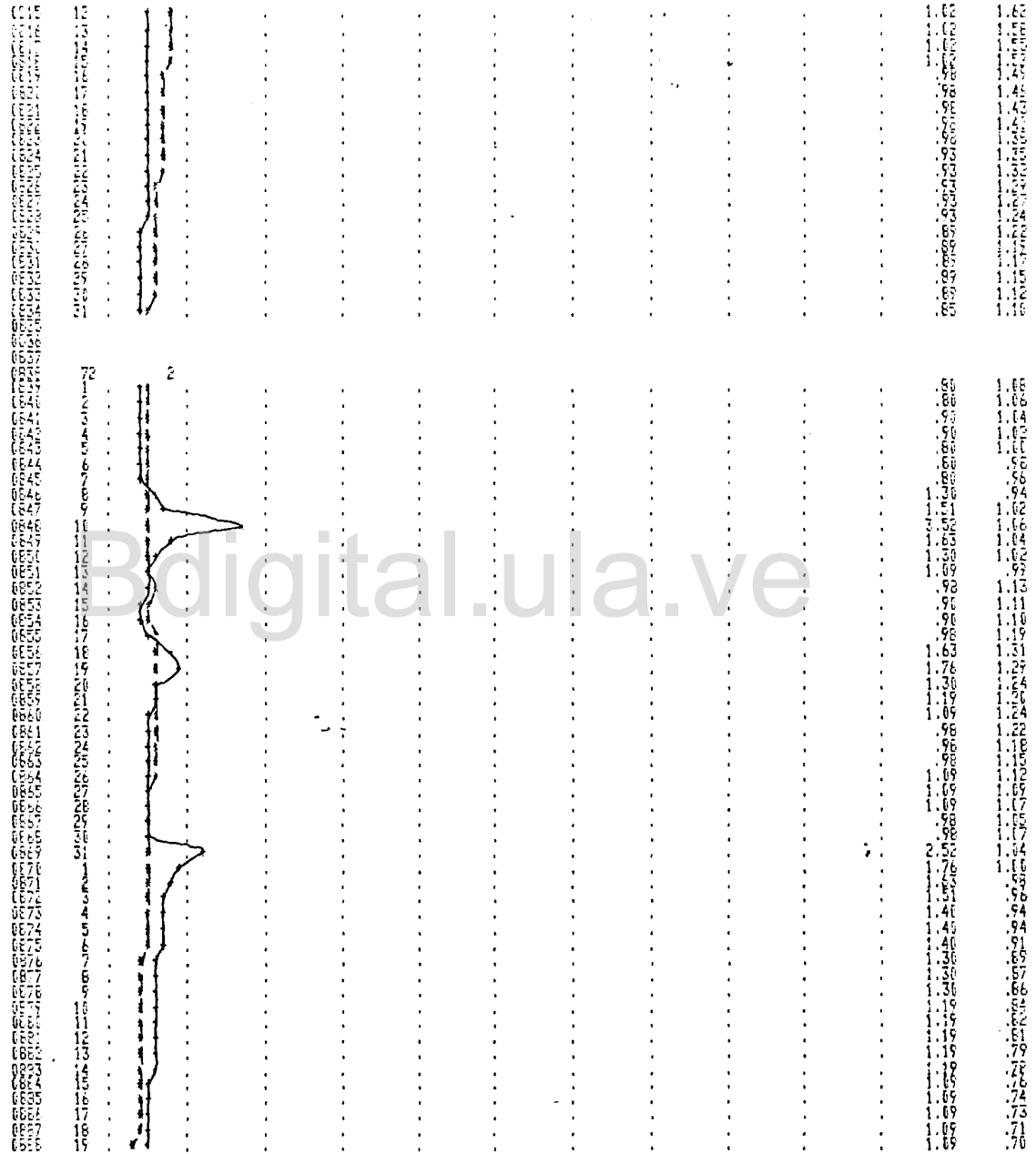


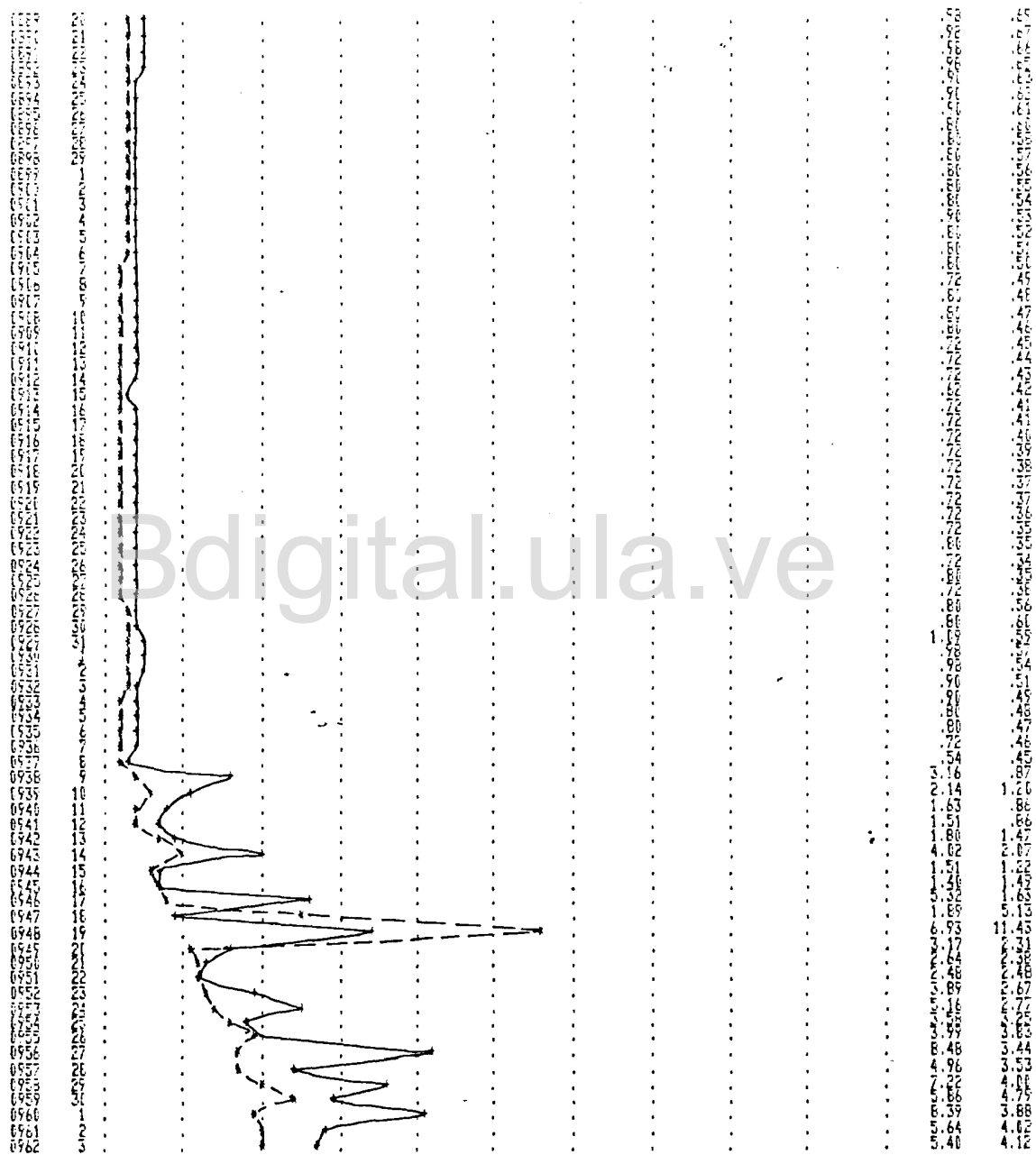
1	1.00
2	1.00
3	1.00
4	1.00
5	1.00
6	1.00
7	1.00
8	1.00
9	1.00
10	1.00
11	1.00
12	1.00
13	1.00
14	1.00
15	1.00
16	1.00
17	1.00
18	1.00
19	1.00
20	1.00
21	1.00
22	1.00
23	1.00
24	1.00
25	1.00
26	1.00
27	1.00
28	1.00
29	1.00
30	1.00

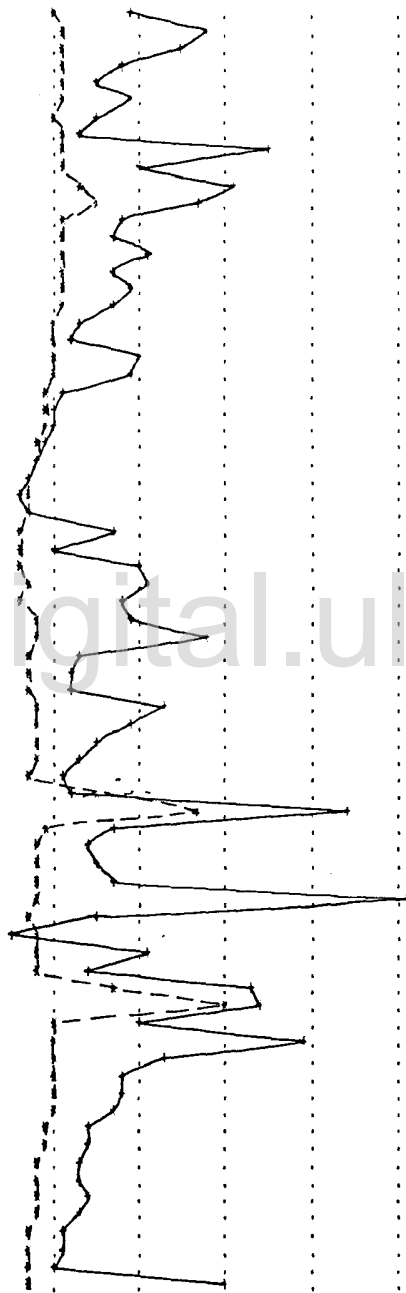






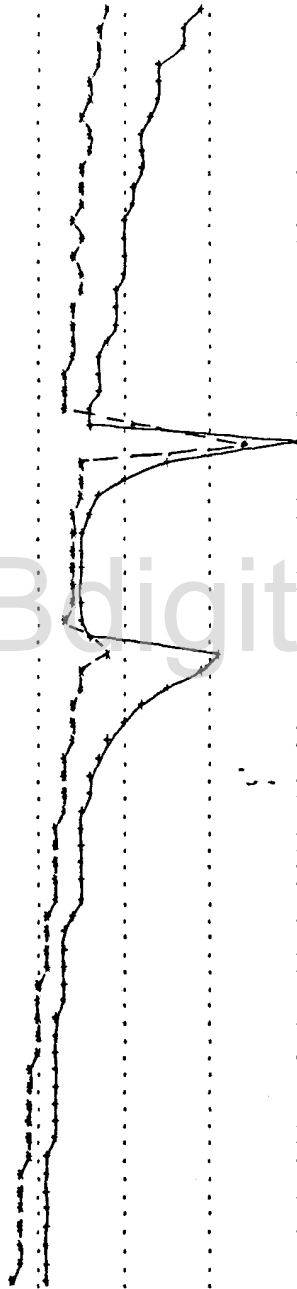




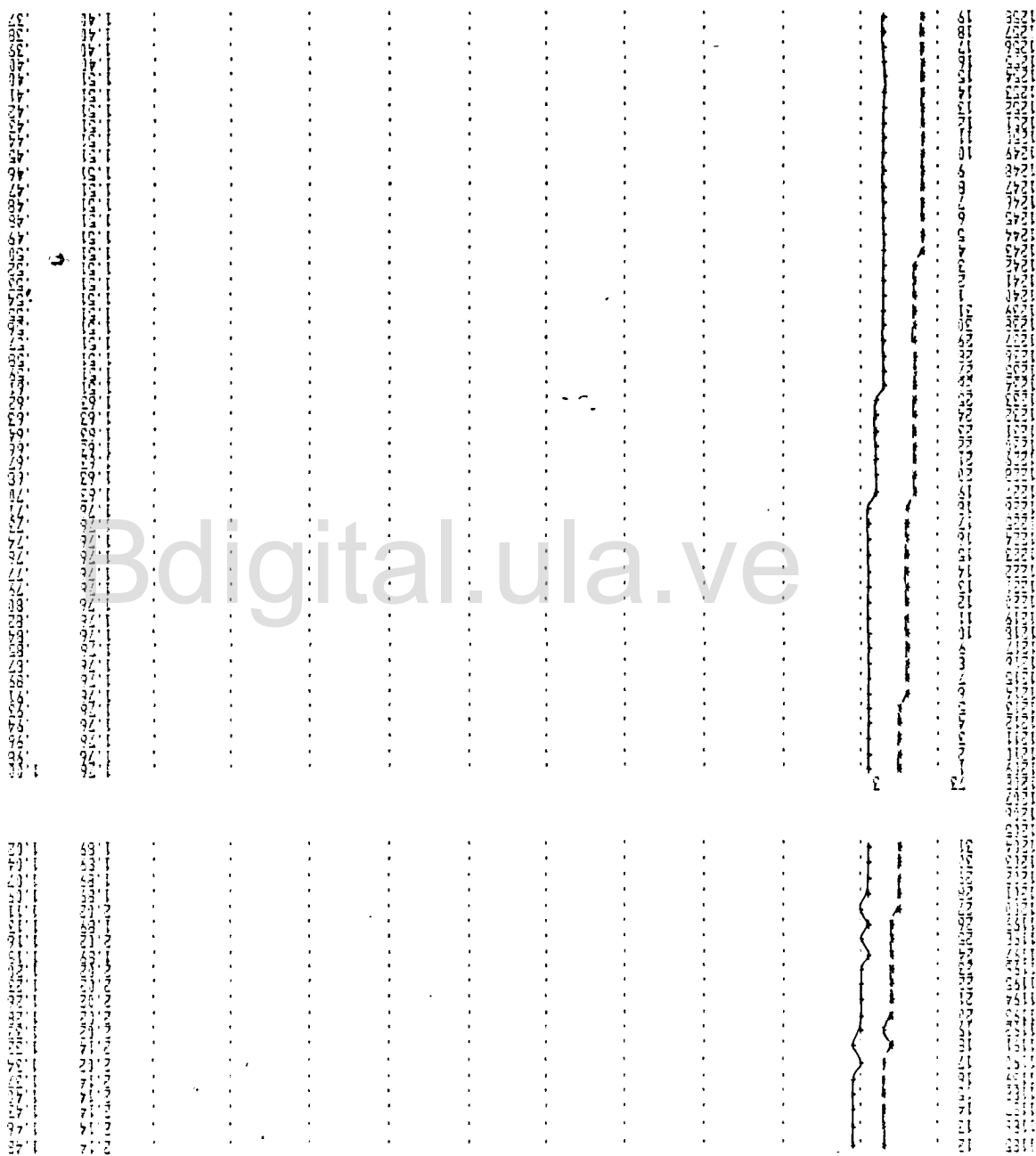


5.53	4.15
7.76	4.25
7.76	4.25
5.64	4.25
5.64	4.25
5.65	4.15
5.65	4.15
5.68	4.64
4.9	4.64
6.13	4.16
8	4.63
7.7	5.17
5.47	4.22
5.47	4.22
5.6	4.16
5.6	4.16
5.6	4.17
5.69	4.16
4.45	4.11
5.8	4.12
5.66	4.04
5.22	3.57
5.99	3.67
5.99	3.67
3.78	3.66
3.58	3.69
3.78	3.55
3.17	3.55
3.58	3.32
3.58	3.32
3.64	3.26
6.22	3.36
5.95	3.36
5.95	3.58
7.65	3.58
4.65	3.41
4.45	3.46
4.45	3.42
4.6	3.65
5.81	3.66
5.16	3.55
4.65	3.55
4.22	5.69
11.06	7.77
4.92	3.72
5.16	3.71
5.46	3.64
12.34	3.61
3.11	3.69
6.27	3.69
4.92	3.61
6.69	5.41
6.91	6.18
9.95	4.13
6.84	4.12
5.64	4.07
5.64	4.02
4.92	3.87
4.92	3.87
4.92	3.81
4.65	3.73
4.65	3.73
4.22	3.48
4.22	3.42
3.96	3.45
3.96	3.5

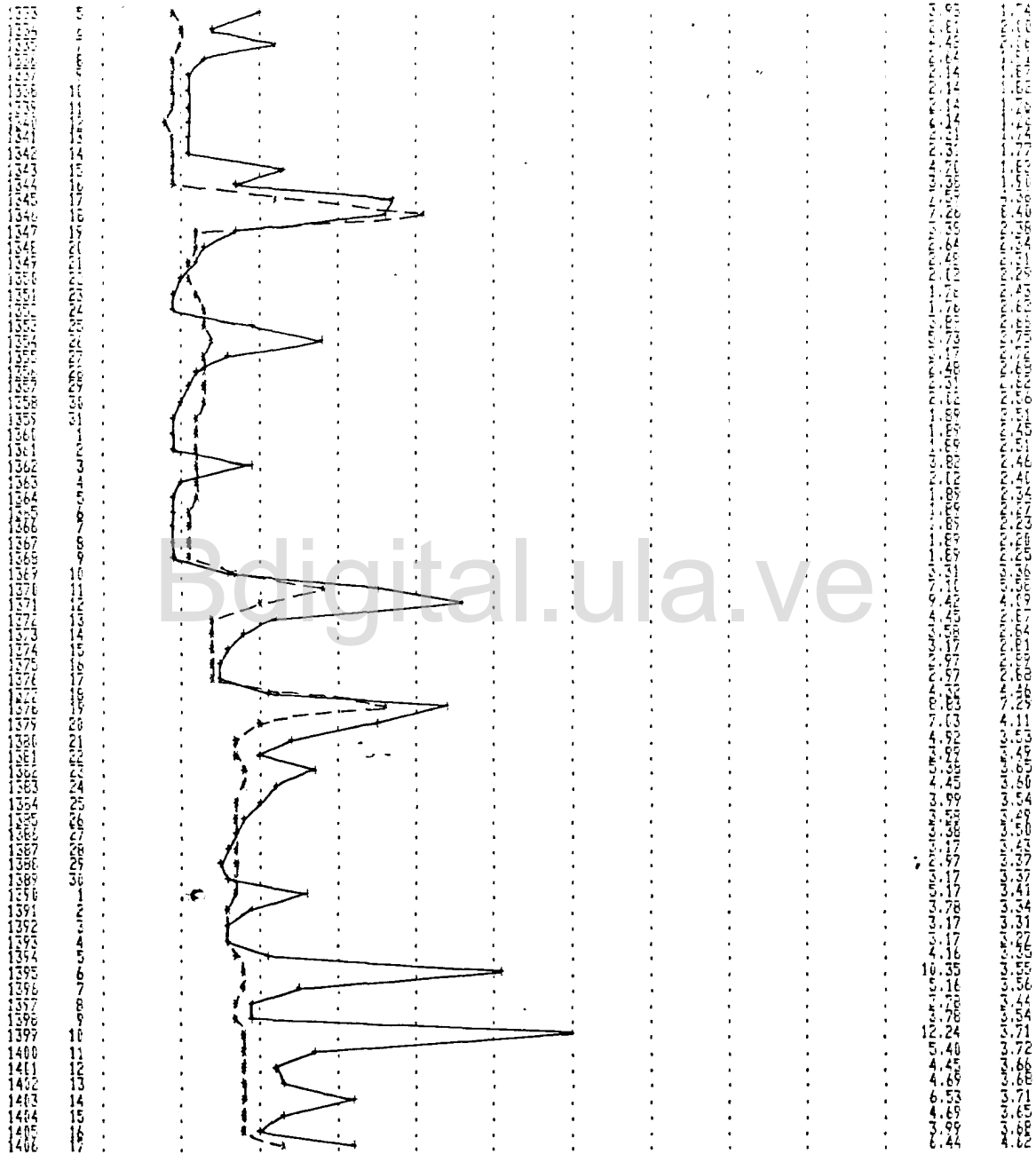
1111 29
 1112 30
 1113 1
 1114 2
 1115 3
 1116 4
 1117 5
 1118 6
 1119 7
 1120 8
 1121 9
 1122 10
 1123 11
 1124 12
 1125 13
 1126 14
 1127 15
 1128 16
 1129 17
 1130 18
 1131 19
 1132 20
 1133 21
 1134 22
 1135 23
 1136 24
 1137 25
 1138 26
 1139 27
 1140 28
 1141 29
 1142 30
 1143 1
 1144 2
 1145 3
 1146 4
 1147 5
 1148 6
 1149 7
 1150 8
 1151 9
 1152 10
 1153 11
 1154 12
 1155 13
 1156 14
 1157 15
 1158 16
 1159 17
 1160 18
 1161 19
 1162 20
 1163 21
 1164 22
 1165 23
 1166 24
 1167 25
 1168 26
 1169 27
 1170 28
 1171 29
 1172 30
 1173 1
 1174 2
 1175 3
 1176 4
 1177 5
 1178 6
 1179 7
 1180 8
 1181 9
 1182 10
 1183 11
 1184

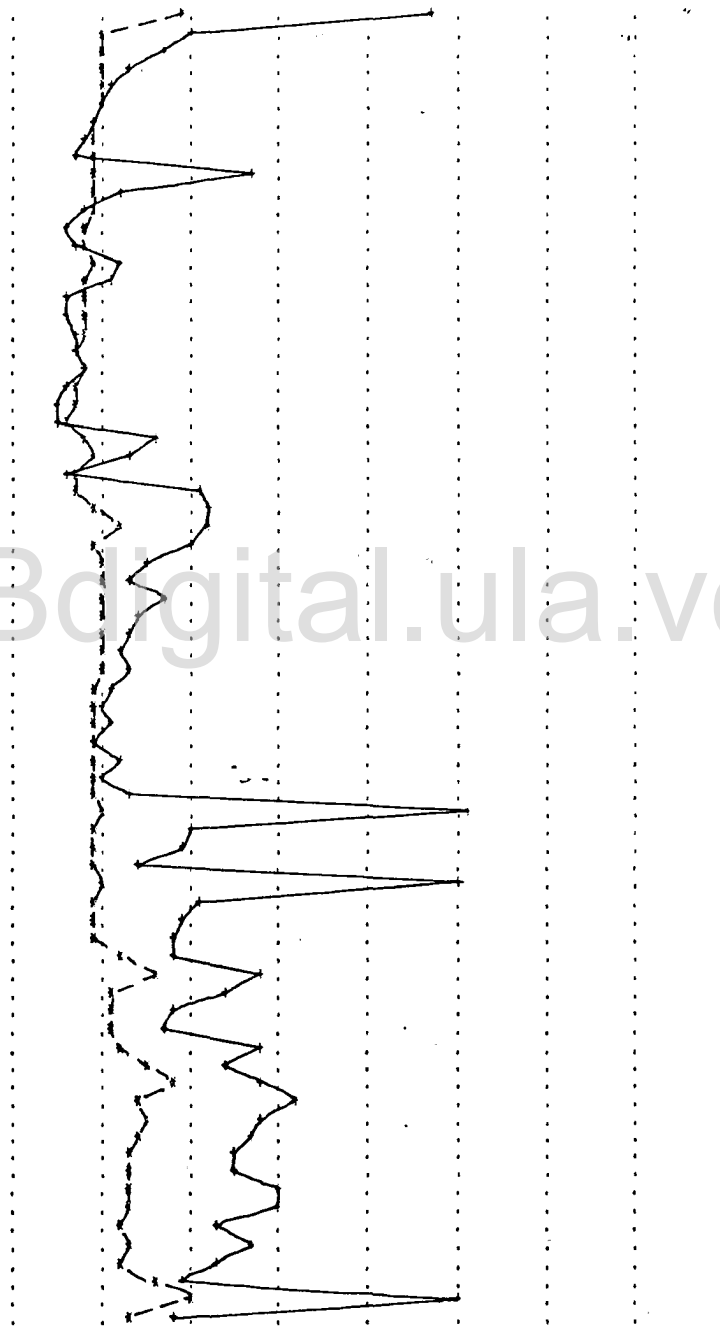


1185 12
 1186 13
 1187 14
 1188 15
 1189 16
 1190 17
 1191 18
 1192 19
 1193 20
 1194 21
 1195 22
 1196 23
 1197 24
 1198 25
 1199 26
 1200 27
 1201 28
 1202 29
 1203 30
 1204 1
 1205 2
 1206 3
 1207 4
 1208 5
 1209 6
 1210 7
 1211 8
 1212 9
 1213 10
 1214 11
 1215 12
 1216 13
 1217 14
 1218 15
 1219 16
 1220 17
 1221 18
 1222 19
 1223 20
 1224 21
 1225 22
 1226 23
 1227 24
 1228 25
 1229 26
 1230 27
 1231 28
 1232 29
 1233 30
 1234 1
 1235 2
 1236 3
 1237 4
 1238 5
 1239 6
 1240 7
 1241 8
 1242 9
 1243 10
 1244 11
 1245 12
 1246 13
 1247 14
 1248 15
 1249 16
 1250 17
 1251 18
 1252 19
 1253 20
 1254 21
 1255 22
 1256 23
 1257 24
 1258 25
 1259 26
 1260 27
 1261 28
 1262 29
 1263 30
 1264



1.47	37
1.46	36
1.45	35
1.44	34
1.43	33
1.42	32
1.41	31
1.40	30
1.39	29
1.38	28
1.37	27
1.36	26
1.35	25
1.34	24
1.33	23
1.32	22
1.31	21
1.30	20
1.29	19
1.28	18
1.27	17
1.26	16
1.25	15
1.24	14
1.23	13
1.22	12
1.21	11
1.20	10
1.19	9
1.18	8
1.17	7
1.16	6
1.15	5
1.14	4
1.13	3
1.12	2
1.11	1
1.10	0
1.09	2.52
1.08	7.71
1.07	.91
1.06	1.62
1.05	3.85
1.04	6.69
1.03	1.71
1.02	1.76
1.01	1.65
1.00	1.67
.99	1.64
.98	1.61
.97	1.57





11.47	5.92
6.13	4.11
4.47	4.07
4.46	4.16
4.22	3.96
3.99	3.96
3.78	3.82
3.58	3.90
3.35	3.60
7.45	3.93
4.45	3.66
3.55	3.78
3.17	3.74
3.42	3.69
4.45	3.65
4.22	3.74
3.17	3.68
3.33	3.60
3.58	3.61
3.35	3.60
3.17	3.47
2.97	3.40
5.17	3.31
4.66	3.63
3.33	3.48
6.32	3.50
6.39	3.92
6.44	4.43
6.13	3.94
5.16	3.56
4.69	3.98
5.40	4.66
4.92	4.06
4.69	4.60
4.45	4.60
4.69	4.10
4.22	3.93
3.89	3.93
4.22	3.68
3.76	3.83
4.45	3.64
3.93	3.50
4.69	3.50
12.28	3.57
6.13	3.94
5.87	3.94
4.92	3.90
12.15	3.96
6.37	3.93
5.89	3.94
5.64	3.86
5.64	4.48
7.65	5.32
6.92	4.24
5.64	4.22
5.40	4.30
6.97	4.51
7.74	5.17
6.52	5.66
7.74	5.17
7.45	4.76
7.19	4.73
7.19	4.65
8.06	4.70
8.01	4.61
6.64	4.52
7.45	4.59
6.64	4.51
5.89	5.24
12.13	6.14
5.64	4.66

APENDICE VI-B

ILUSTRACION DE LA CALIBRACION AUTOMATICA

- Entrada y salida para la cuenca experimental Quebrada La Cuesta
- Entrada y salida para la cuenca del río Guaraque

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

QUANTO RESUMEN

Q1= 14.228 Q2= 20.221 Q3= 101.916
 Q4= 104.047 Q5= 171.931 Q6= 169.915
 Q7= 15.97 Q8= 10.17 Q9= 1.0141
 Q10= .81 Q11= .46
 Q12= 332.231 Q13= 332.231

PARAMETROS

Q1 14.228 Q2 20.221 Q3 101.916 Q4 104.047 Q5 171.931 Q6 169.915
 Q7 15.97 Q8 10.17 Q9 1.0141 Q10 .81 Q11 .46 Q12 332.231 Q13 332.231

Q1= 15.97 Q2= .46 Q3= 169.915
 QUANTO EXPERIMENTAL GDA LA CUESTA -- SIMULACION DE CAUDAL 1971-72

PERIODO OCT 65-NOV 66

PLOTES DE LOS VALORES DE ESCOPEMENTO-

2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.0 14.0 16.0 18.0 20.0 +TFS 9.00

OCT 65



Bdigital.ula.ve

C.C.Reconocimiento

[illegible]

[illegible][illegible]

[illegible]

[illegible]

PARAMETERS

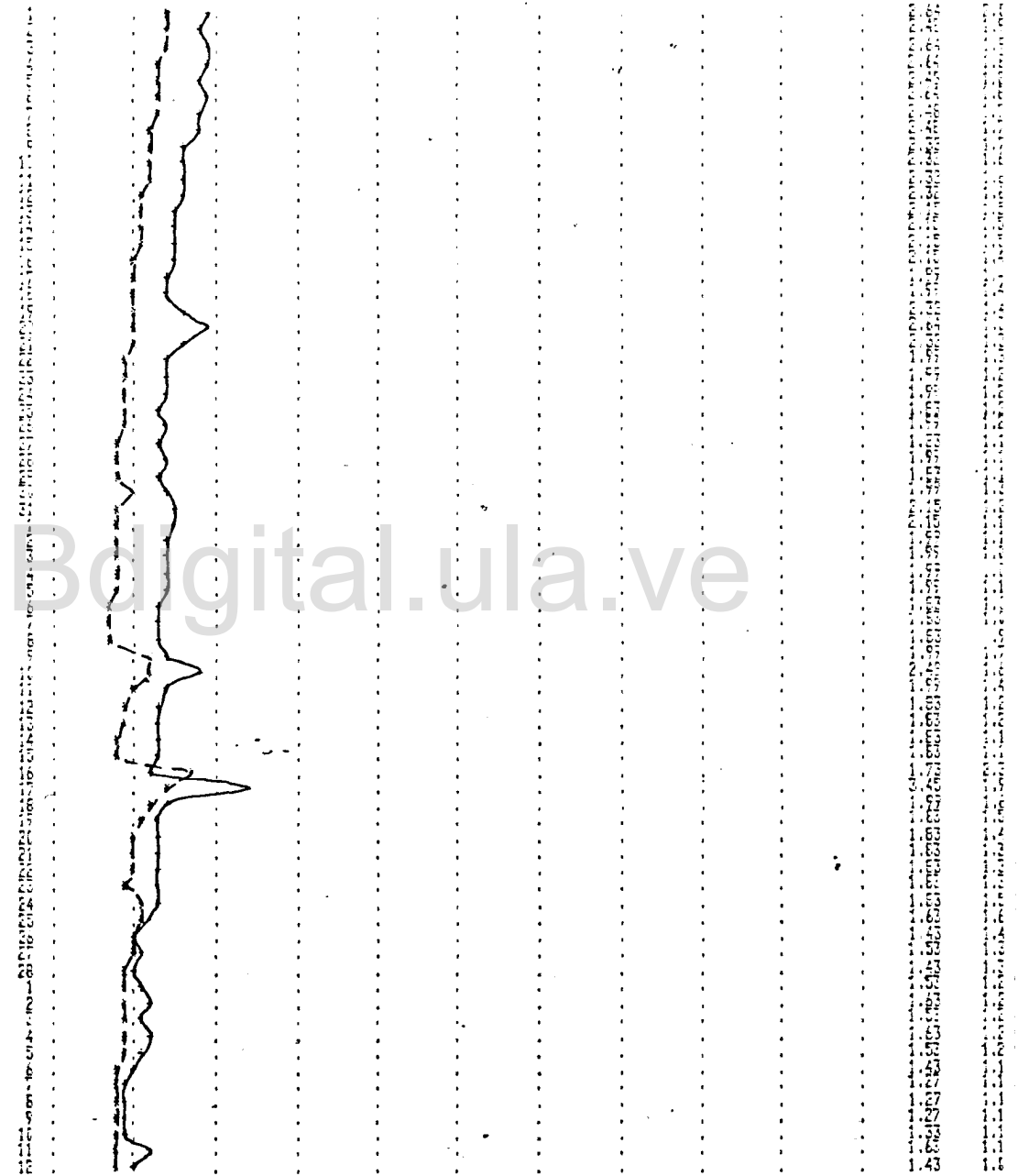
EMAY= 14.13 EMIN= .13 RGA= 3443.987
CUENCA DEL RIO GUARAGUAY ESTADO MERIDA -- SIMULACION DE CAUDAL DIARIO PERIODO ENE 70-DIC 73

PLOTED TO LOG VALUES IN ESCORPENTIA

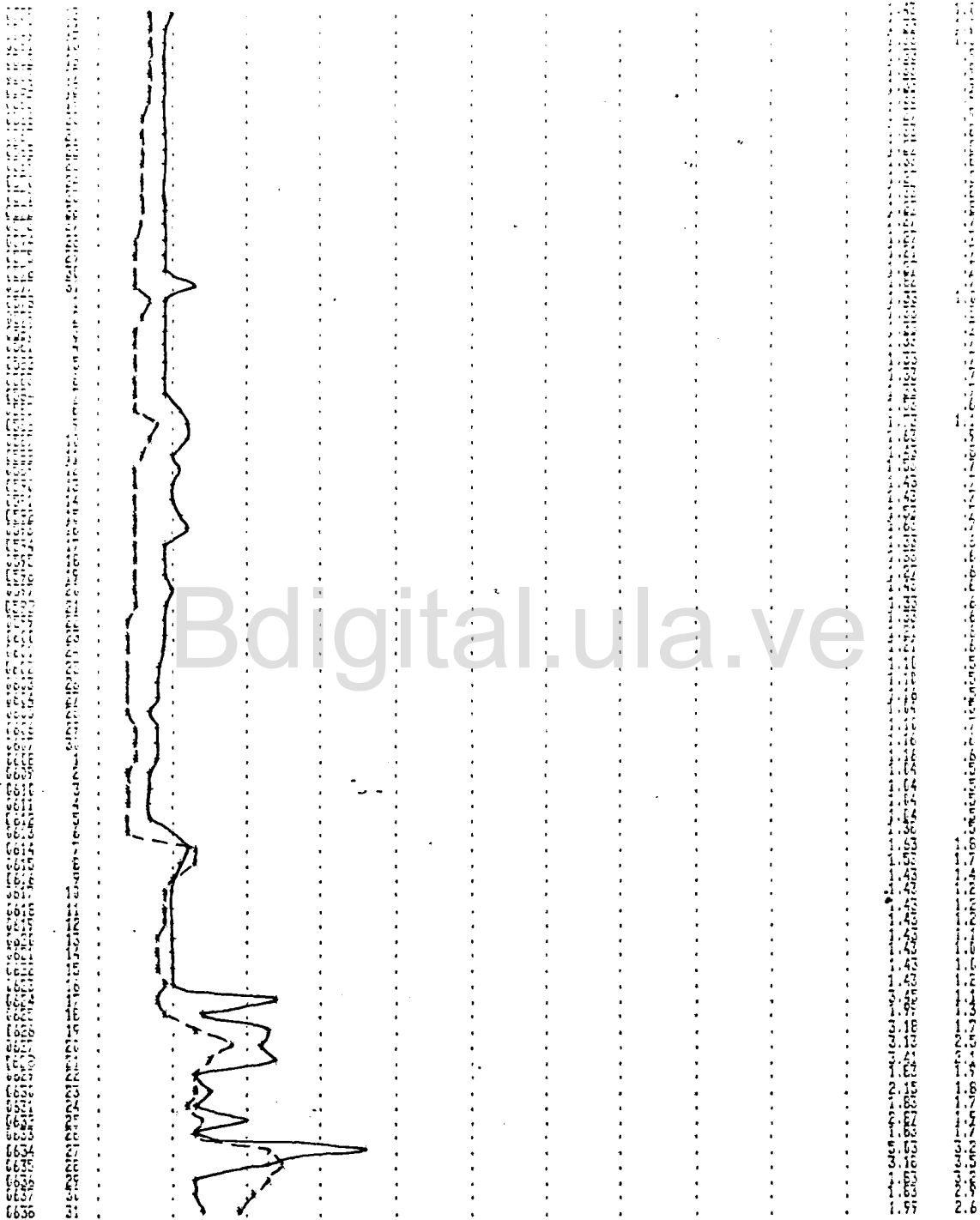
1.4 2.8 4.2 5.7 7.1 8.5 9.9 11.3 12.7 14.1 15.5 16.9

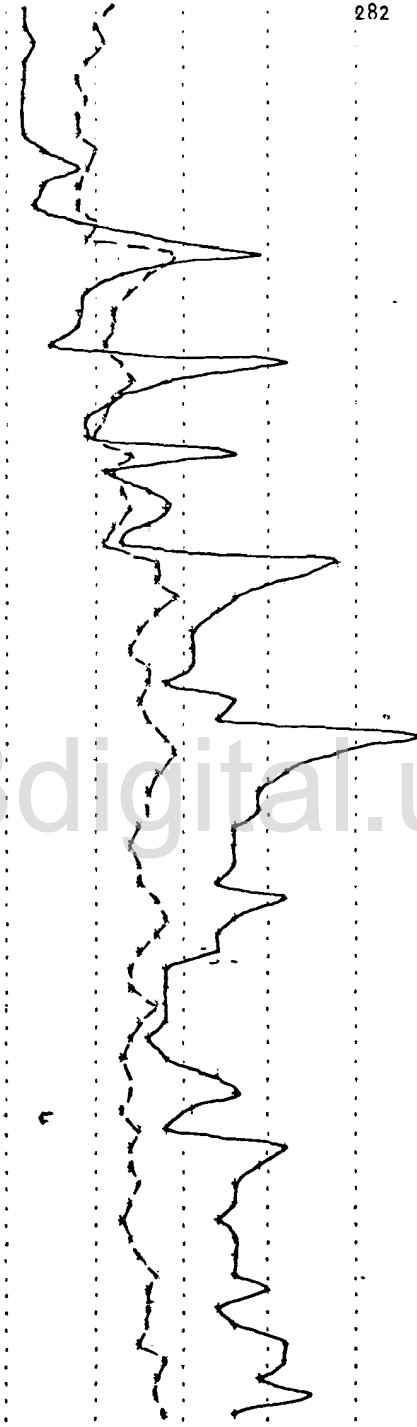
240

25



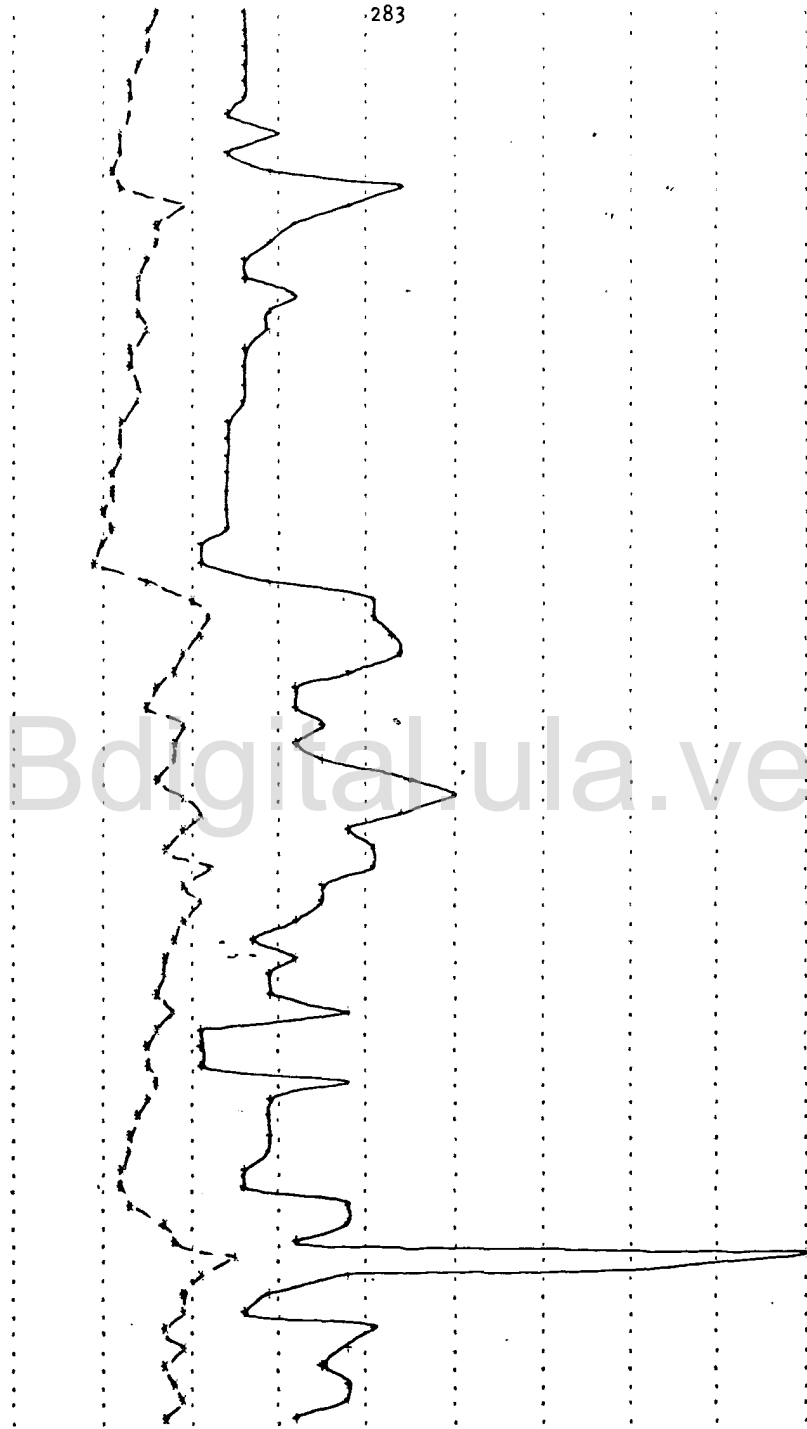
Belgital.ula.ve





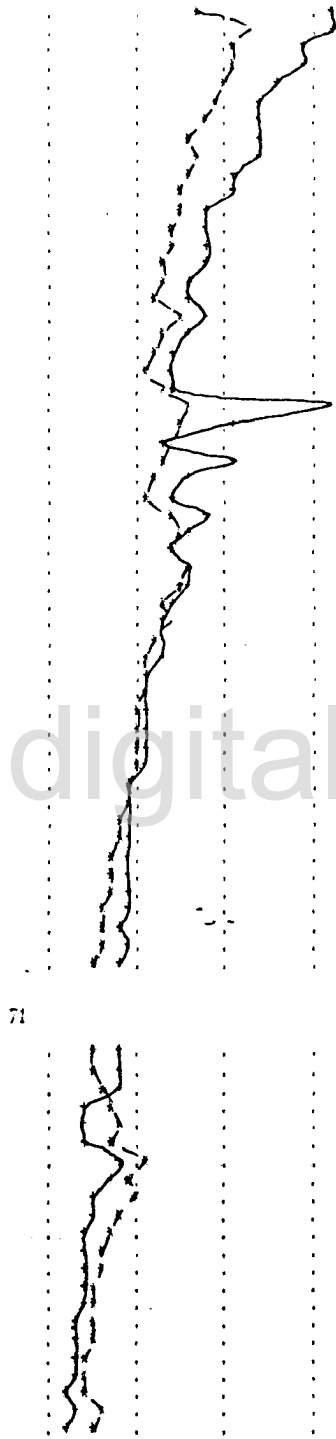
0772 0773 0774 0775 0776 0777 0778 0779 0780 0781 0782 0783 0784 0785 0786 0787 0788 0789 0790 0791 0792 0793 0794 0795 0796 0797 0798 0799 0800 0801 0802 0803 0804 0805 0806 0807 0808 0809 0810 0811 0812 0813 0814 0815 0816 0817 0818 0819 0820 0821 0822 0823 0824 0825 0826 0827 0828 0829 0830 0831 0832 0833 0834 0835 0836 0837 0838 0839 0840 0841 0842 0843 0844 0845 0846 0847 0848 0849 0850 0851 0852 0853 0854 0855 0856 0857 0858 0859 0860 0861 0862 0863 0864 0865 0866 0867 0868 0869 0870 0871 0872 0873 0874 0875 0876 0877 0878 0879 0880 0881 0882 0883 0884 0885 0886 0887 0888 0889 0890 0891 0892 0893 0894 0895 0896 0897 0898 0899 0900 0901 0902 0903 0904 0905 0906 0907 0908 0909 0910 0911 0912 0913 0914 0915 0916 0917 0918 0919 0920 0921 0922 0923 0924 0925 0926 0927 0928 0929 0930 0931 0932 0933 0934 0935 0936 0937 0938 0939 0940 0941 0942 0943 0944 0945 0946 0947 0948 0949 0950 0951 0952 0953 0954 0955 0956 0957 0958 0959 0960 0961 0962 0963 0964 0965 0966 0967 0968 0969 0970 0971 0972 0973 0974 0975 0976 0977 0978 0979 0980 0981 0982 0983 0984 0985 0986 0987 0988 0989 0990 0991 0992 0993 0994 0995 0996 0997 0998 0999 1000

0772 0773 0774 0775 0776 0777 0778 0779 0780 0781 0782 0783 0784 0785 0786 0787 0788 0789 0790 0791 0792 0793 0794 0795 0796 0797 0798 0799 0800 0801 0802 0803 0804 0805 0806 0807 0808 0809 0810 0811 0812 0813 0814 0815 0816 0817 0818 0819 0820 0821 0822 0823 0824 0825 0826 0827 0828 0829 0830 0831 0832 0833 0834 0835 0836 0837 0838 0839 0840 0841 0842 0843 0844 0845 0846 0847 0848 0849 0850 0851 0852 0853 0854 0855 0856 0857 0858 0859 0860 0861 0862 0863 0864 0865 0866 0867 0868 0869 0870 0871 0872 0873 0874 0875 0876 0877 0878 0879 0880 0881 0882 0883 0884 0885 0886 0887 0888 0889 0890 0891 0892 0893 0894 0895 0896 0897 0898 0899 0900 0901 0902 0903 0904 0905 0906 0907 0908 0909 0910 0911 0912 0913 0914 0915 0916 0917 0918 0919 0920 0921 0922 0923 0924 0925 0926 0927 0928 0929 0930 0931 0932 0933 0934 0935 0936 0937 0938 0939 0940 0941 0942 0943 0944 0945 0946 0947 0948 0949 0950 0951 0952 0953 0954 0955 0956 0957 0958 0959 0960 0961 0962 0963 0964 0965 0966 0967 0968 0969 0970 0971 0972 0973 0974 0975 0976 0977 0978 0979 0980 0981 0982 0983 0984 0985 0986 0987 0988 0989 0990 0991 0992 0993 0994 0995 0996 0997 0998 0999 1000

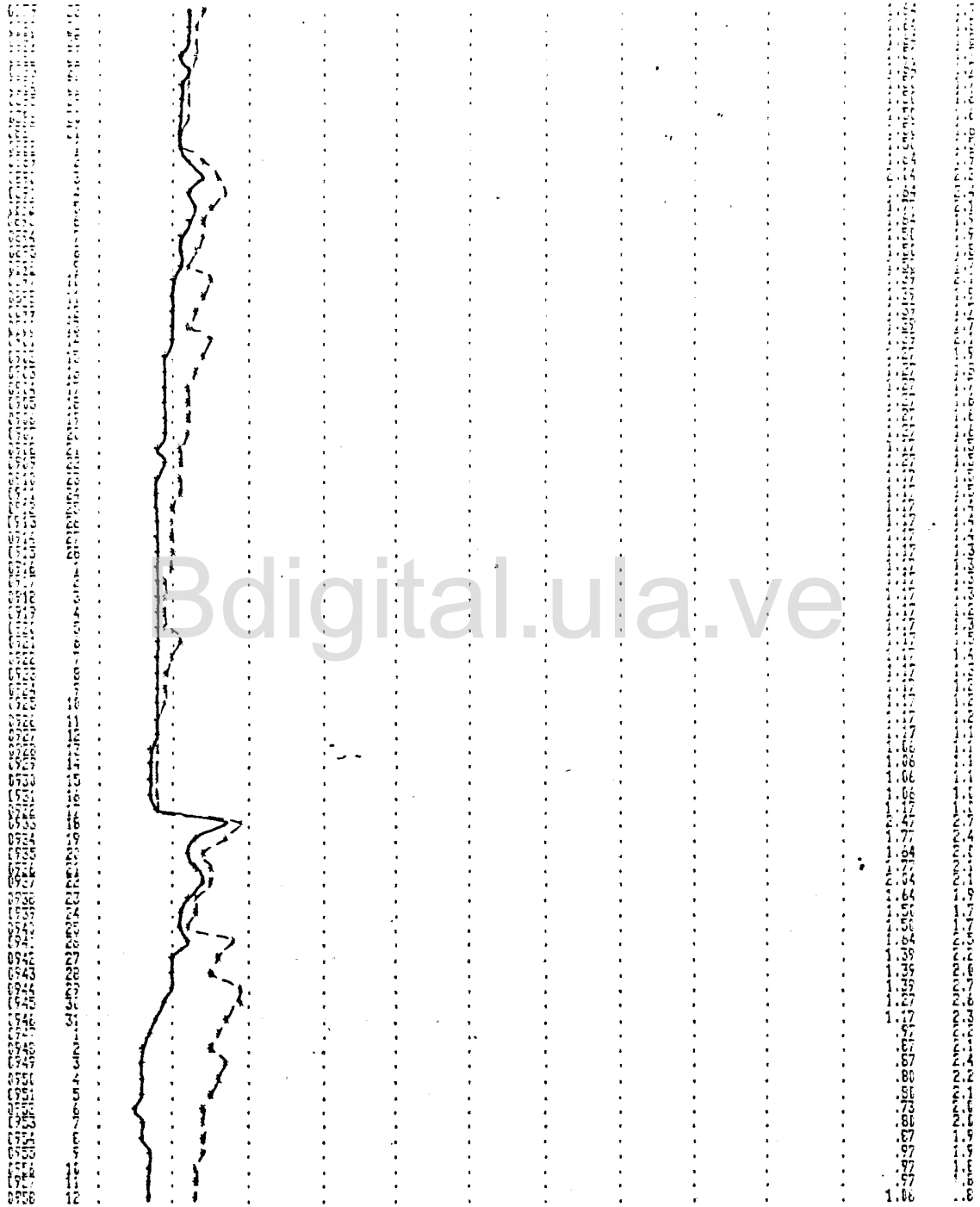


0772 0773 0774 0775 0776 0777 0778 0779 0780 0781 0782 0783 0784 0785 0786 0787 0788 0789 0790 0791 0792 0793 0794 0795 0796 0797 0798 0799 0800 0801 0802 0803 0804 0805 0806 0807 0808 0809 0810 0811 0812 0813 0814 0815 0816 0817 0818 0819 0820 0821 0822 0823 0824 0825 0826 0827 0828 0829 0830 0831 0832 0833 0834 0835 0836 0837 0838 0839 0840 0841 0842 0843 0844 0845 0846 0847 0848 0849 0850 0851 0852 0853 0854 0855 0856 0857 0858 0859 0860 0861 0862 0863 0864 0865 0866 0867 0868 0869 0870 0871 0872 0873 0874 0875 0876 0877 0878 0879 0880 0881 0882 0883 0884 0885 0886 0887 0888 0889 0890 0891 0892 0893 0894 0895 0896 0897 0898 0899 0900 0901 0902 0903 0904 0905 0906 0907 0908 0909 0910 0911 0912 0913 0914 0915 0916 0917 0918 0919 0920 0921 0922 0923 0924 0925 0926 0927 0928 0929 0930 0931 0932 0933 0934 0935 0936 0937 0938 0939 0940 0941 0942 0943 0944 0945 0946 0947 0948 0949 0950 0951 0952 0953 0954 0955 0956 0957 0958 0959 0960 0961 0962 0963 0964 0965 0966 0967 0968 0969 0970 0971 0972 0973 0974 0975 0976 0977 0978 0979 0980 0981 0982 0983 0984 0985 0986 0987 0988 0989 0990 0991 0992 0993 0994 0995 0996 0997 0998 0999 1000

0772 0773 0774 0775 0776 0777 0778 0779 0780 0781 0782 0783 0784 0785 0786 0787 0788 0789 0790 0791 0792 0793 0794 0795 0796 0797 0798 0799 0800 0801 0802 0803 0804 0805 0806 0807 0808 0809 0810 0811 0812 0813 0814 0815 0816 0817 0818 0819 0820 0821 0822 0823 0824 0825 0826 0827 0828 0829 0830 0831 0832 0833 0834 0835 0836 0837 0838 0839 0840 0841 0842 0843 0844 0845 0846 0847 0848 0849 0850 0851 0852 0853 0854 0855 0856 0857 0858 0859 0860 0861 0862 0863 0864 0865 0866 0867 0868 0869 0870 0871 0872 0873 0874 0875 0876 0877 0878 0879 0880 0881 0882 0883 0884 0885 0886 0887 0888 0889 0890 0891 0892 0893 0894 0895 0896 0897 0898 0899 0900 0901 0902 0903 0904 0905 0906 0907 0908 0909 0910 0911 0912 0913 0914 0915 0916 0917 0918 0919 0920 0921 0922 0923 0924 0925 0926 0927 0928 0929 0930 0931 0932 0933 0934 0935 0936 0937 0938 0939 0940 0941 0942 0943 0944 0945 0946 0947 0948 0949 0950 0951 0952 0953 0954 0955 0956 0957 0958 0959 0960 0961 0962 0963 0964 0965 0966 0967 0968 0969 0970 0971 0972 0973 0974 0975 0976 0977 0978 0979 0980 0981 0982 0983 0984 0985 0986 0987 0988 0989 0990 0991 0992 0993 0994 0995 0996 0997 0998 0999 1000



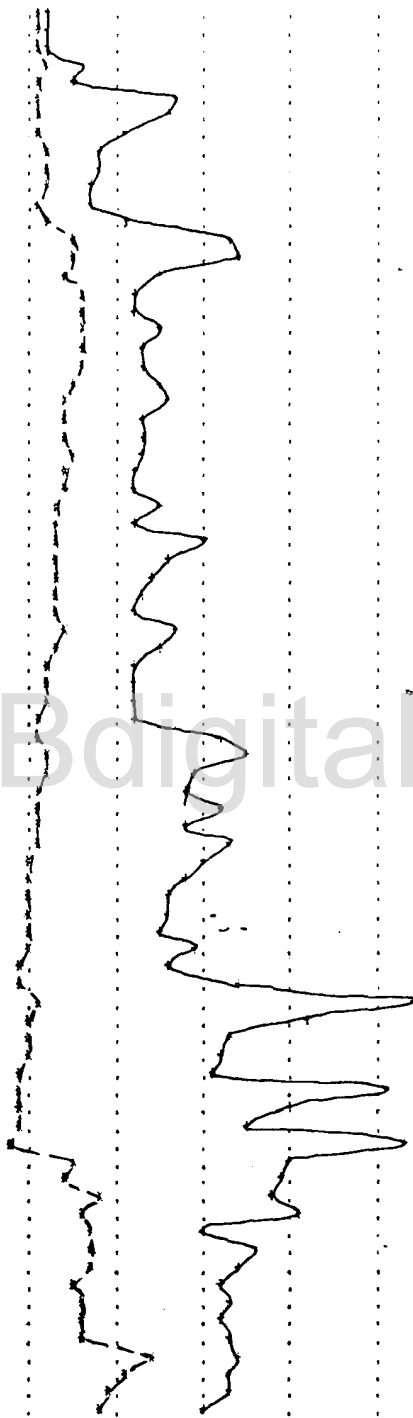
C.C.Reconocimiento



[illegible]

1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200

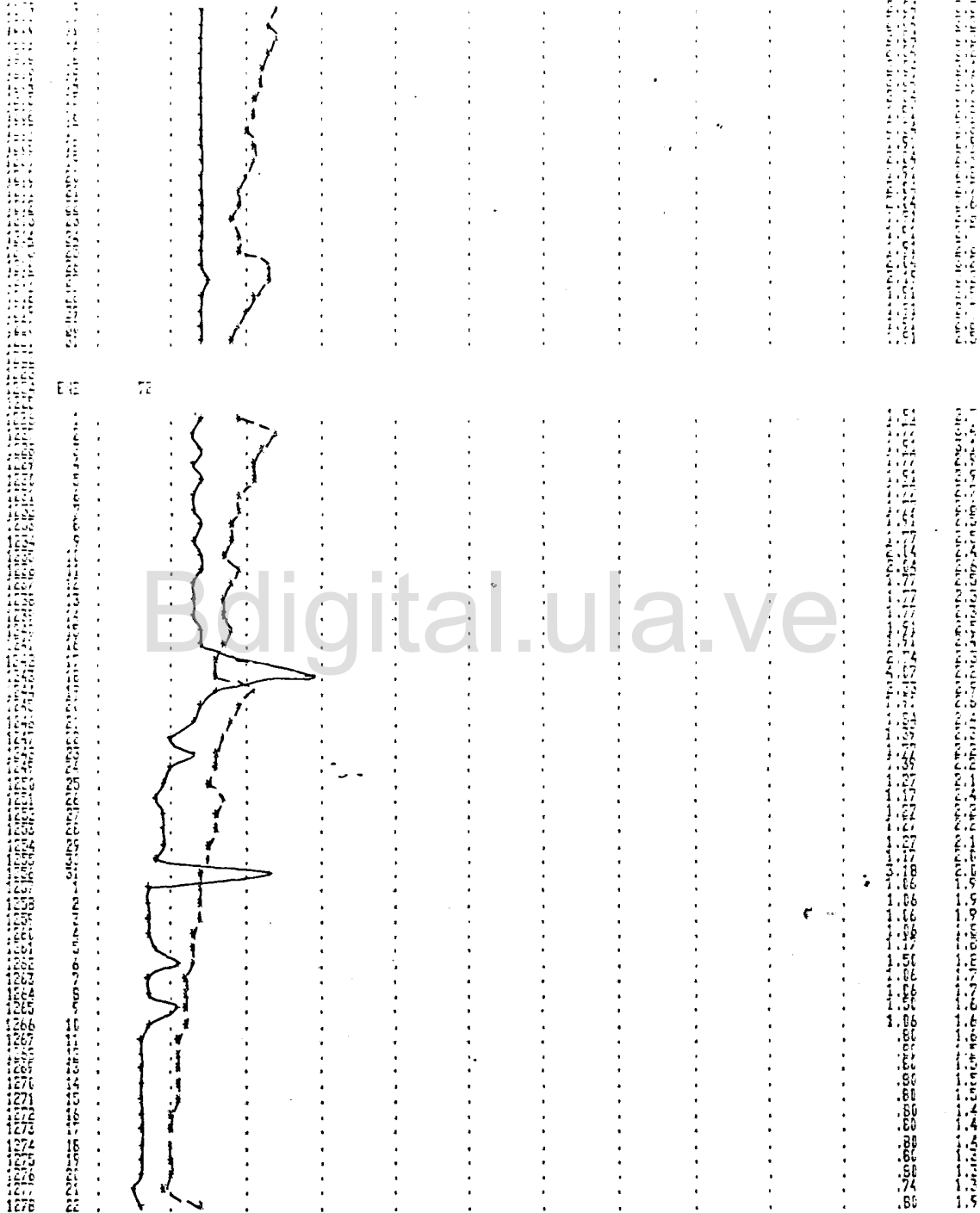
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300



1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400

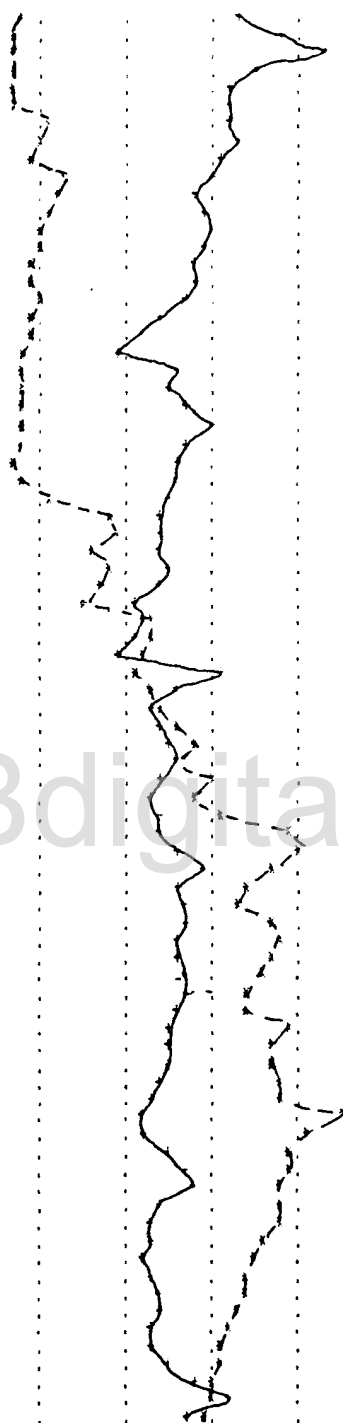
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500





Bdigital.ula.ve

1. 01
 2. 01
 3. 01
 4. 01
 5. 01
 6. 01
 7. 01
 8. 01
 9. 01
 10. 01
 11. 01
 12. 01
 13. 01
 14. 01
 15. 01
 16. 01
 17. 01
 18. 01
 19. 01
 20. 01
 21. 01
 22. 01
 23. 01
 24. 01
 25. 01
 26. 01
 27. 01
 28. 01
 29. 01
 30. 01
 31. 01
 32. 01
 33. 01
 34. 01
 35. 01
 36. 01
 37. 01
 38. 01
 39. 01
 40. 01
 41. 01
 42. 01
 43. 01
 44. 01
 45. 01
 46. 01
 47. 01
 48. 01
 49. 01
 50. 01
 51. 01
 52. 01
 53. 01
 54. 01
 55. 01
 56. 01
 57. 01
 58. 01
 59. 01
 60. 01
 61. 01
 62. 01
 63. 01
 64. 01
 65. 01
 66. 01
 67. 01
 68. 01
 69. 01
 70. 01
 71. 01
 72. 01
 73. 01
 74. 01
 75. 01
 76. 01
 77. 01
 78. 01
 79. 01
 80. 01
 81. 01
 82. 01
 83. 01
 84. 01
 85. 01
 86. 01
 87. 01
 88. 01
 89. 01
 90. 01
 91. 01
 92. 01
 93. 01
 94. 01
 95. 01
 96. 01
 97. 01
 98. 01
 99. 01
 100. 01



Bdigital.ula.ve

1516 1517 1518 1519 1520 1521 1522 1523 1524 1525 1526 1527 1528 1529 1530 1531 1532 1533 1534 1535 1536 1537 1538 1539 1540 1541 1542 1543 1544 1545 1546 1547 1548 1549 1550 1551 1552 1553 1554 1555 1556 1557 1558 1559 1560 1561 1562 1563 1564 1565 1566 1567 1568 1569 1570 1571 1572 1573 1574 1575 1576 1577 1578 1579 1580 1581 1582 1583 1584 1585 1586 1587 1588 1589 1590 1591 1592 1593 1594 1595 1596 1597 1598 1599 1600

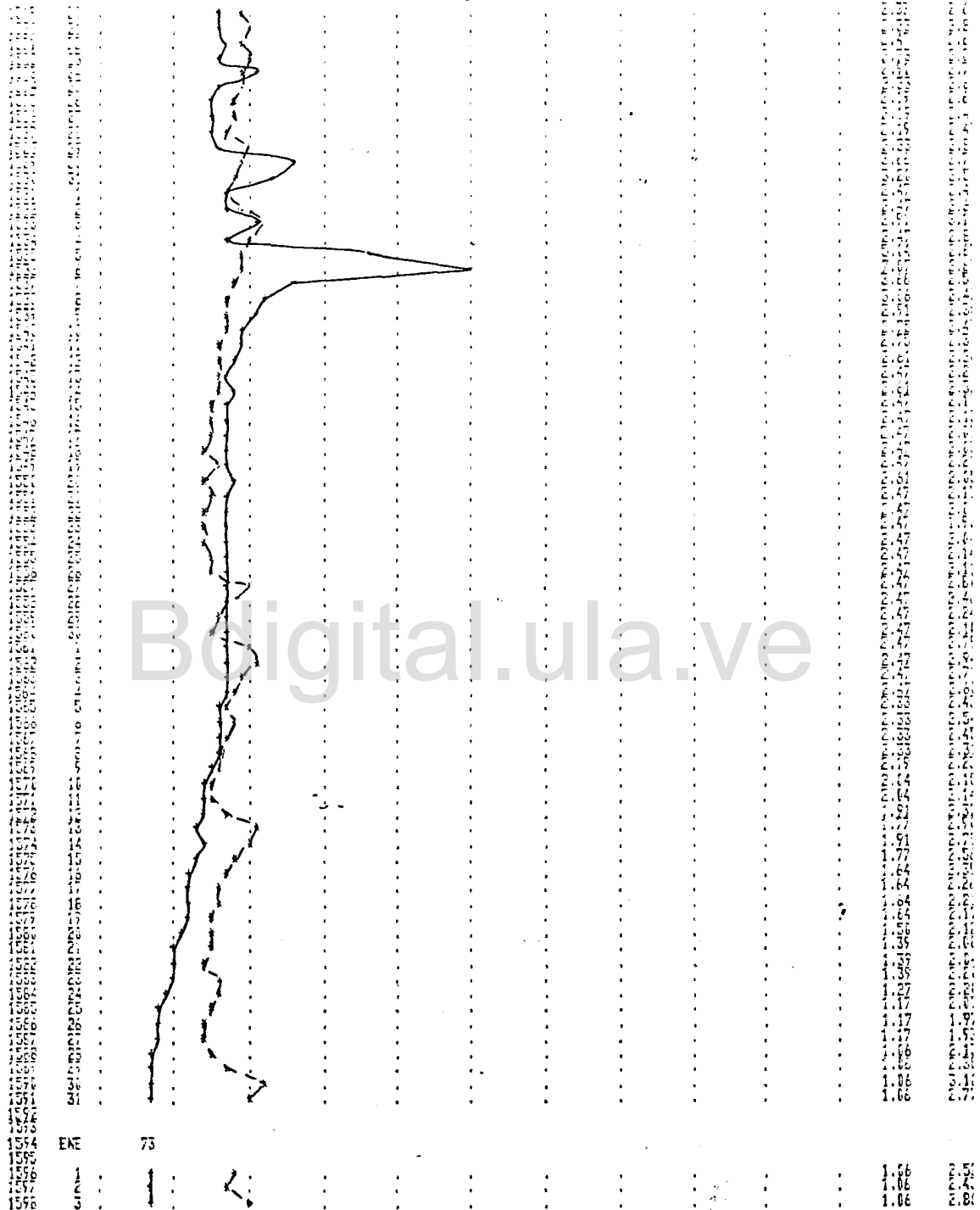
1601 1602 1603 1604 1605 1606 1607 1608 1609 1610 1611 1612 1613 1614 1615 1616 1617 1618 1619 1620 1621 1622 1623 1624 1625 1626 1627 1628 1629 1630 1631 1632 1633 1634 1635 1636 1637 1638 1639 1640 1641 1642 1643 1644 1645 1646 1647 1648 1649 1650 1651 1652 1653 1654 1655 1656 1657 1658 1659 1660 1661 1662 1663 1664 1665 1666 1667 1668 1669 1670 1671 1672 1673 1674 1675 1676 1677 1678 1679 1680 1681 1682 1683 1684 1685 1686 1687 1688 1689 1690 1691 1692 1693 1694 1695 1696 1697 1698 1699 1700

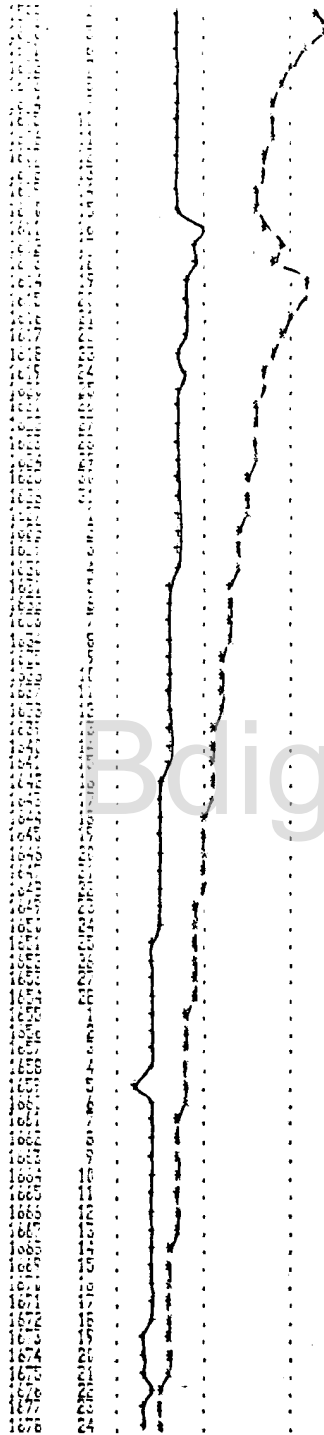


Bdigital.ula.ve

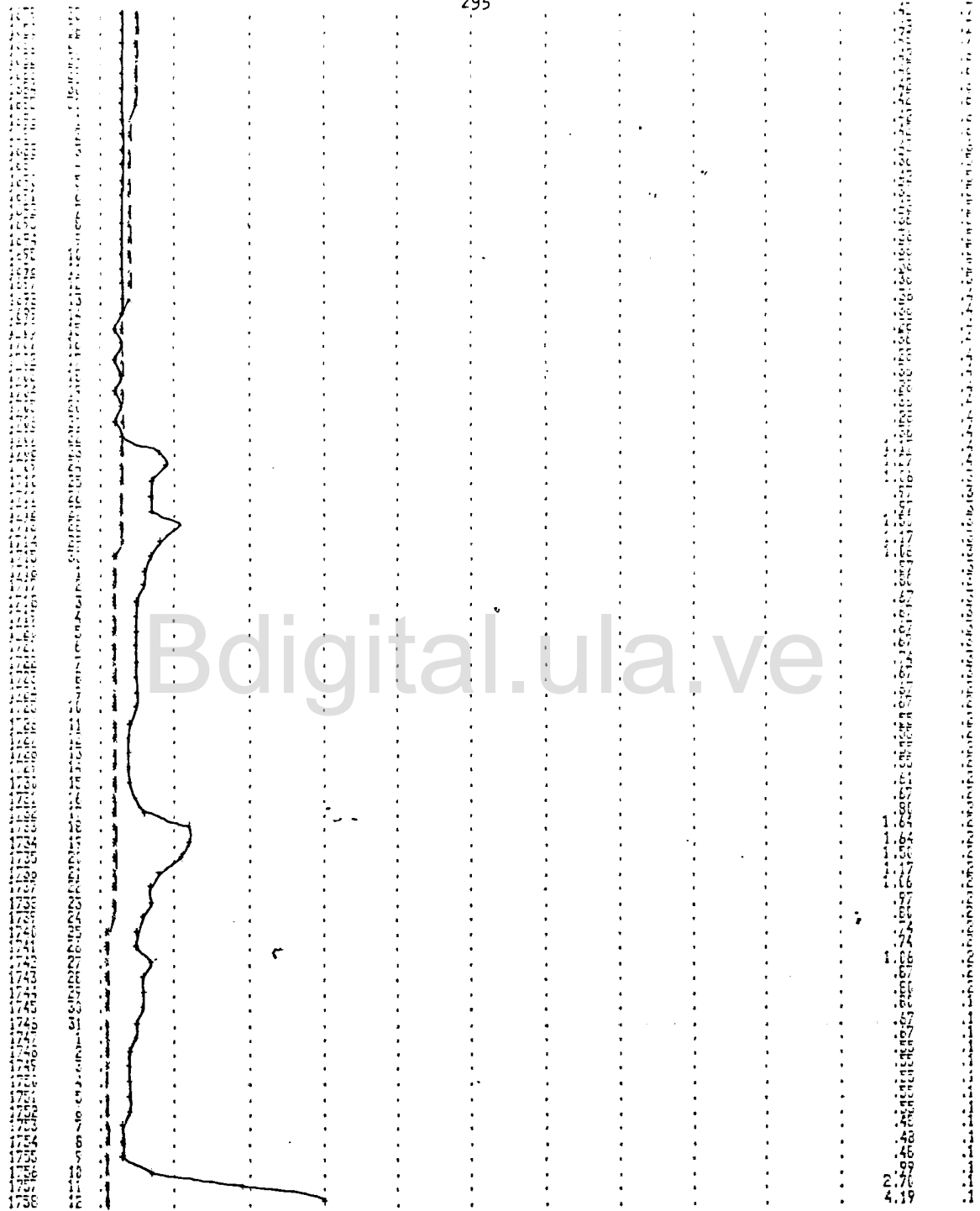
1701 1702 1703 1704 1705 1706 1707 1708 1709 1710 1711 1712 1713 1714 1715 1716 1717 1718 1719 1720 1721 1722 1723 1724 1725 1726 1727 1728 1729 1730 1731 1732 1733 1734 1735 1736 1737 1738 1739 1740 1741 1742 1743 1744 1745 1746 1747 1748 1749 1750 1751 1752 1753 1754 1755 1756 1757 1758 1759 1760 1761 1762 1763 1764 1765 1766 1767 1768 1769 1770 1771 1772 1773 1774 1775 1776 1777 1778 1779 1780 1781 1782 1783 1784 1785 1786 1787 1788 1789 1790 1791 1792 1793 1794 1795 1796 1797 1798 1799 1800

1801 1802 1803 1804 1805 1806 1807 1808 1809 1810 1811 1812 1813 1814 1815 1816 1817 1818 1819 1820 1821 1822 1823 1824 1825 1826 1827 1828 1829 1830 1831 1832 1833 1834 1835 1836 1837 1838 1839 1840 1841 1842 1843 1844 1845 1846 1847 1848 1849 1850 1851 1852 1853 1854 1855 1856 1857 1858 1859 1860 1861 1862 1863 1864 1865 1866 1867 1868 1869 1870 1871 1872 1873 1874 1875 1876 1877 1878 1879 1880 1881 1882 1883 1884 1885 1886 1887 1888 1889 1890 1891 1892 1893 1894 1895 1896 1897 1898 1899 1900

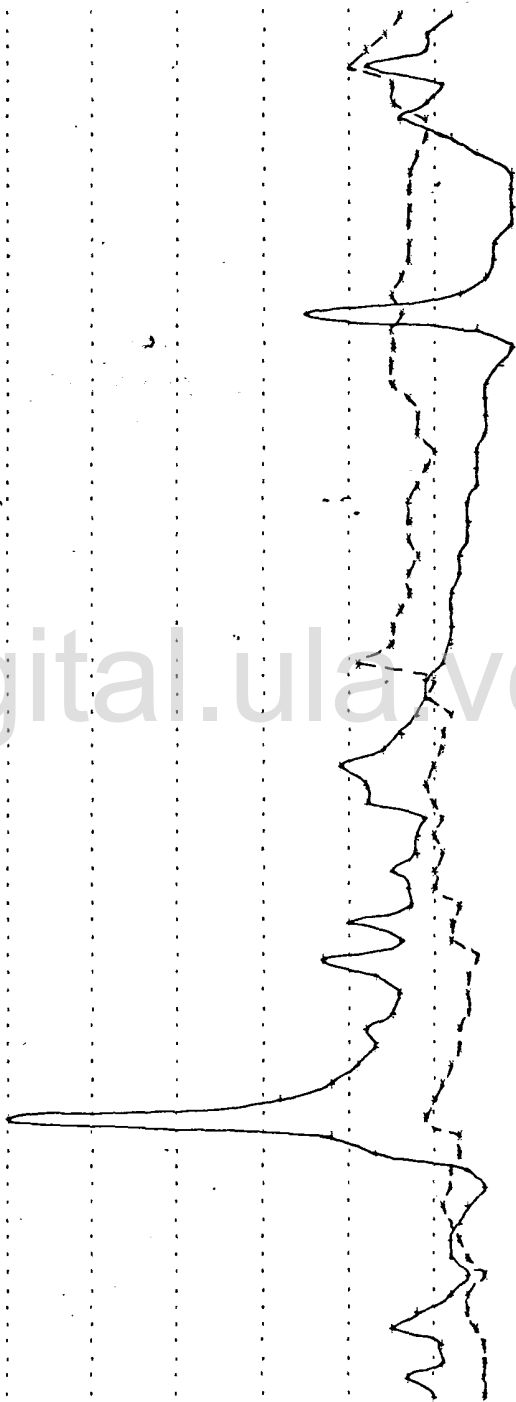




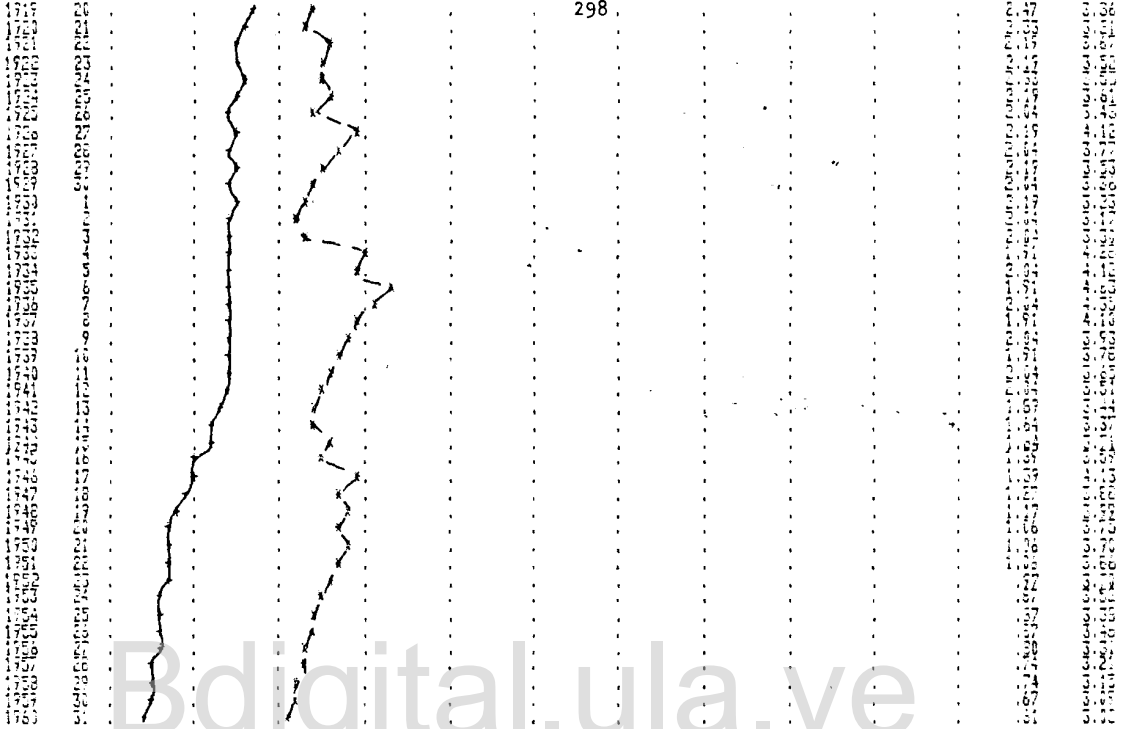
digital.ula.ve







Bdigital.ula.ve



APENDICE VII-A

PLOTEO CORRESPONDIENTE AL RESULTADO DE LA
CALIBRACION AUTOMATICA DEL MODELO PARA CURVATI

*NUC15 T=00004 IS ON CR00012 USING 00900 BLKS R=0000

CUADRO RESUMEN

GDA= 106.730 GSA= 3403.236 DIA= 2386.611

ETA= 2141.540 MSA= 6705.217 TGA= 6103.233

SPA=112.47 PKGR= 72.29 CCI= 1.1011

MBF= .29 FBN= .01

PAC= 8267.229 BAL= 8267.229

PARAMETROS

ST	RN	WP	GN	DA	SI	CS	GGI
200.0000	104.5600	59.4072	63.0000	60.0000	300.0000	60.3544	259.0000
FP	FI	FL	FE	NX	FD	FR	FSE
1.6430	.1062	.8125	.5000	2.6000	.1500	.6500	0.0000

EMAX= 112.47 EMIN= .01 RGA= 6103.233
CUENCA DEL RIO CURVATI, EDO BARINAS -- SIMULACION DE CAUDAL DIARI PERIODO ENE 70-DIC 73

PLOTED DE LOS VALORES DE ESCOPIENTIA

11.2 22.5 33.7 45.0 56.2 67.5 78.7 90.0 101.2 112.5 *EPS *SIM

ENE 70

ENE	70	11.2	22.5	33.7	45.0	56.2	67.5	78.7	90.0	101.2	112.5	*EPS	*SIM
0037	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0038	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0039	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0040	4	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0041	5	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0042	6	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0043	7	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0044	8	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0045	9	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0046	10	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0047	11	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0048	12	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0049	13	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0050	14	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0051	15	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0052	16	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0053	17	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0054	18	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0055	19	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0056	20	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0057	21	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0058	22	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0059	23	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0060	24	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0061	25	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0062	26	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0063	27	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0064	28	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0065	29	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0066	30	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0067	31	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0068	32	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0069	33	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0070	34	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0071	35	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0072	36	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0073	37	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0074	38	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0075	39	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0076	40	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0077	41	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0078	42	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0079	43	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0080	44	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0081	45	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0082	46	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0083	47	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0084	48	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0085	49	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0086	50	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0087	51	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0088	52	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0089	53	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0090	54	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0091	55	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0092	56	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0093	57	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0094	58	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0095	59	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0096	60	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0097	61	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0098	62	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0099	63	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0100	64	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0101	65	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0102	66	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0103	67	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0104	68	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0105	69	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0106	70	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0107	71	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0108	72	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0109	73	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0110	74	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0111	75	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0112	76	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0113	77	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0114	78	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0115	79	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0116	80	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0117	81	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0118	82	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0119	83	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0120	84	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0121	85	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0122	86	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0123	87	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0124	88	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0125	89	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0126	90	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0127	91	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0128	92	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0129	93	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0130	94	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0131	95	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0132	96	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0133	97	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0134	98	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0135	99	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66
0136	100	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1.72	7.66

0199	1.56	1.56
0200	1.45	1.45
0201	1.42	1.42
0202	1.42	1.42
0203	1.41	1.41
0204	1.38	1.38
0205	1.37	1.37
0206	1.35	1.35
0207	1.32	1.32
0208	1.31	1.31
0209	1.30	1.30
0210	1.29	1.29
0211	1.28	1.28
0212	1.27	1.27
0213	1.26	1.26
0214	1.25	1.25
0215	1.24	1.24
0216	1.23	1.23
0217	1.22	1.22
0218	1.21	1.21
0219	1.20	1.20
0220	1.19	1.19
0221	1.18	1.18
0222	1.17	1.17
0223	1.16	1.16
0224	1.15	1.15
0225	1.14	1.14
0226	1.13	1.13
0227	1.12	1.12
0228	1.11	1.11
0229	1.10	1.10
0230	1.09	1.09
0231	1.08	1.08
0232	1.07	1.07
0233	1.06	1.06
0234	1.05	1.05
0235	1.04	1.04
0236	1.03	1.03
0237	1.02	1.02
0238	1.01	1.01
0239	1.00	1.00
0240	0.99	0.99
0241	0.98	0.98
0242	0.97	0.97
0243	0.96	0.96
0244	0.95	0.95
0245	0.94	0.94
0246	0.93	0.93
0247	0.92	0.92
0248	0.91	0.91
0249	0.90	0.90
0250	0.89	0.89
0251	0.88	0.88
0252	0.87	0.87
0253	0.86	0.86
0254	0.85	0.85
0255	0.84	0.84
0256	0.83	0.83
0257	0.82	0.82
0258	0.81	0.81
0259	0.80	0.80
0260	0.79	0.79
0261	0.78	0.78
0262	0.77	0.77
0263	0.76	0.76
0264	0.75	0.75
0265	0.74	0.74
0266	0.73	0.73
0267	0.72	0.72
0268	0.71	0.71
0269	0.70	0.70
0270	0.69	0.69
0271	0.68	0.68
0272	0.67	0.67
0273	0.66	0.66
0274	0.65	0.65
0275	0.64	0.64
0276	0.63	0.63
0277	0.62	0.62
0278	0.61	0.61
0279	0.60	0.60
0280	0.59	0.59
0281	0.58	0.58
0282	0.57	0.57
0283	0.56	0.56
0284	0.55	0.55
0285	0.54	0.54
0286	0.53	0.53
0287	0.52	0.52
0288	0.51	0.51
0289	0.50	0.50
0290	0.49	0.49
0291	0.48	0.48
0292	0.47	0.47
0293	0.46	0.46
0294	0.45	0.45
0295	0.44	0.44
0296	0.43	0.43
0297	0.42	0.42
0298	0.41	0.41
0299	0.40	0.40
0300	0.39	0.39
0301	0.38	0.38
0302	0.37	0.37
0303	0.36	0.36
0304	0.35	0.35
0305	0.34	0.34
0306	0.33	0.33
0307	0.32	0.32
0308	0.31	0.31
0309	0.30	0.30
0310	0.29	0.29
0311	0.28	0.28
0312	0.27	0.27
0313	0.26	0.26
0314	0.25	0.25
0315	0.24	0.24
0316	0.23	0.23
0317	0.22	0.22
0318	0.21	0.21
0319	0.20	0.20
0320	0.19	0.19
0321	0.18	0.18
0322	0.17	0.17
0323	0.16	0.16
0324	0.15	0.15
0325	0.14	0.14
0326	0.13	0.13
0327	0.12	0.12
0328	0.11	0.11
0329	0.10	0.10
0330	0.09	0.09
0331	0.08	0.08
0332	0.07	0.07
0333	0.06	0.06
0334	0.05	0.05
0335	0.04	0.04
0336	0.03	0.03
0337	0.02	0.02
0338	0.01	0.01
0339	0.00	0.00
0340	0.00	0.00
0341	0.00	0.00
0342	0.00	0.00
0343	0.00	0.00
0344	0.00	0.00
0345	0.00	0.00
0346	0.00	0.00
0347	0.00	0.00
0348	0.00	0.00
0349	0.00	0.00
0350	0.00	0.00
0351	0.00	0.00
0352	0.00	0.00
0353	0.00	0.00
0354	0.00	0.00
0355	0.00	0.00
0356	0.00	0.00
0357	0.00	0.00
0358	0.00	0.00
0359	0.00	0.00
0360	0.00	0.00
0361	0.00	0.00
0362	0.00	0.00
0363	0.00	0.00
0364	0.00	0.00
0365	0.00	0.00
0366	0.00	0.00
0367	0.00	0.00
0368	0.00	0.00
0369	0.00	0.00
0370	0.00	0.00
0371	0.00	0.00
0372	0.00	0.00
0373	0.00	0.00
0374	0.00	0.00
0375	0.00	0.00
0376	0.00	0.00
0377	0.00	0.00
0378	0.00	0.00
0379	0.00	0.00
0380	0.00	0.00
0381	0.00	0.00
0382	0.00	0.00
0383	0.00	0.00
0384	0.00	0.00
0385	0.00	0.00
0386	0.00	0.00
0387	0.00	0.00
0388	0.00	0.00
0389	0.00	0.00
0390	0.00	0.00
0391	0.00	0.00
0392	0.00	0.00
0393	0.00	0.00
0394	0.00	0.00
0395	0.00	0.00
0396	0.00	0.00
0397	0.00	0.00
0398	0.00	0.00
0399	0.00	0.00
0400	0.00	0.00

0310 0311 0312 0313 0314 0315 0316 0317 0318

0319 0320 0321 0322 0323 0324 0325 0326 0327 0328 0329 0330 0331 0332 0333 0334 0335 0336 0337 0338 0339 0340 0341 0342 0343 0344 0345 0346 0347 0348 0349 0350 0351 0352 0353 0354 0355 0356 0357 0358 0359 0360 0361 0362 0363 0364 0365 0366 0367 0368 0369 0370 0371 0372 0373 0374 0375 0376 0377 0378 0379 0380 0381 0382 0383 0384 0385 0386 0387 0388 0389 0390 0391 0392 0393 0394 0395 0396 0397 0398 0399 0400

0401 0402 0403 0404 0405 0406 0407 0408 0409 0410 0411 0412 0413 0414 0415 0416 0417 0418 0419 0420 0421 0422 0423 0424 0425 0426 0427 0428 0429 0430 0431 0432 0433 0434 0435 0436 0437 0438 0439 0440 0441 0442 0443 0444 0445 0446 0447 0448 0449 0450 0451 0452 0453 0454 0455 0456 0457 0458 0459 0460 0461 0462 0463 0464 0465 0466 0467 0468 0469 0470 0471 0472 0473 0474 0475 0476 0477 0478 0479 0480 0481 0482 0483 0484 0485 0486 0487 0488 0489 0490 0491 0492 0493 0494 0495 0496 0497 0498 0499 0500

Bdigital.ula.ve

0501 0502 0503 0504 0505 0506 0507 0508 0509 0510 0511 0512 0513 0514 0515 0516 0517 0518 0519 0520 0521 0522 0523 0524 0525 0526 0527 0528 0529 0530 0531 0532 0533 0534 0535 0536 0537 0538 0539 0540 0541 0542 0543 0544 0545 0546 0547 0548 0549 0550 0551 0552 0553 0554 0555 0556 0557 0558 0559 0560 0561 0562 0563 0564 0565 0566 0567 0568 0569 0570 0571 0572 0573 0574 0575 0576 0577 0578 0579 0580 0581 0582 0583 0584 0585 0586 0587 0588 0589 0590 0591 0592 0593 0594 0595 0596 0597 0598 0599 0600

0371	1	1.57
0372	2	1.57
0373	3	1.57
0374	4	1.57
0375	5	1.57
0376	6	1.57
0377	7	1.57
0378	8	1.57
0379	9	1.57
0380	10	1.57
0381	11	1.57
0382	12	1.57
0383	13	1.57
0384	14	1.57
0385	15	1.57
0386	16	1.57
0387	17	1.57
0388	18	1.57
0389	19	1.57
0390	20	1.57
0391	21	1.57
0392	22	1.57
0393	23	1.57
0394	24	1.57
0395	25	1.57
0396	26	1.57
0397	27	1.57
0398	28	1.57
0399	29	1.57
0400	30	1.57
0401	31	1.57
0402	32	1.57
0403	33	1.57
0404	34	1.57
0405	35	1.57
0406	36	1.57
0407	37	1.57
0408	38	1.57
0409	39	1.57
0410	40	1.57
0411	41	1.57
0412	42	1.57
0413	43	1.57
0414	44	1.57
0415	45	1.57
0416	46	1.57
0417	47	1.57
0418	48	1.57
0419	49	1.57
0420	50	1.57
0421	51	1.57
0422	52	1.57
0423	53	1.57
0424	54	1.57
0425	55	1.57
0426	56	1.57
0427	57	1.57
0428	58	1.57
0429	59	1.57
0430	60	1.57
0431	61	1.57
0432	62	1.57
0433	63	1.57
0434	64	1.57
0435	65	1.57
0436	66	1.57
0437	67	1.57
0438	68	1.57
0439	69	1.57
0440	70	1.57
0441	71	1.57
0442	72	1.57
0443	73	1.57
0444	74	1.57
0445	75	1.57
0446	76	1.57
0447	77	1.57
0448	78	1.57
0449	79	1.57
0450	80	1.57
0451	81	1.57
0452	82	1.57
0453	83	1.57
0454	84	1.57
0455	85	1.57
0456	86	1.57
0457	87	1.57
0458	88	1.57
0459	89	1.57
0460	90	1.57
0461	91	1.57
0462	92	1.57
0463	93	1.57
0464	94	1.57
0465	95	1.57
0466	96	1.57
0467	97	1.57
0468	98	1.57
0469	99	1.57
0470	100	1.57

0470	1	1.41	.78
0471	2	1.41	.74
0472	3	1.41	.71
0473	4	1.41	.67
0474	5		
0475	6		
0476	7		
0477	8		
0478	9		
0479	10		
0480	11		
0481	12		
0482	13		
0483	14		
0484	15		
0485	16		
0486	17		
0487	18		
0488	19		
0489	20		
0490	21		
0491	22		
0492	23		
0493	24		
0494	25		
0495	26		
0496	27		
0497	28		
0498	29		
0499	30		
0500	31		
0501	32		
0502	33		
0503	34		
0504	35		
0505	36		
0506	37		
0507	38		
0508	39		
0509	40		
0510	41		
0511	42		
0512	43		
0513	44		
0514	45		
0515	46		
0516	47		
0517	48		
0518	49		
0519	50		
0520	51		
0521	52		
0522	53		
0523	54		
0524	55		
0525	56		
0526	57		
0527	58		
0528	59		
0529	60		
0530	61		
0531	62		
0532	63		
0533	64		
0534	65		
0535	66		
0536	67		
0537	68		
0538	69		
0539	70		
0540	71		
0541	72		
0542	73		
0543	74		
0544	75		
0545	76		
0546	77		
0547	78		
0548	79		
0549	80		
0550	81		
0551	82		
0552	83		
0553	84		
0554	85		
0555	86		
0556	87		
0557	88		
0558	89		
0559	90		
0560	91		
0561	92		
0562	93		
0563	94		
0564	95		
0565	96		
0566	97		
0567	98		
0568	99		
0569	100		
0570	101		
0571	102		
0572	103		
0573	104		
0574	105		
0575	106		
0576	107		
0577	108		
0578	109		
0579	110		
0580	111		
0581	112		
0582	113		
0583	114		
0584	115		
0585	116		
0586	117		
0587	118		
0588	119		
0589	120		
0590	121		
0591	122		
0592	123		
0593	124		
0594	125		
0595	126		
0596	127		
0597	128		
0598	129		
0599	130		
0600	131		
0601	132		
0602	133		
0603	134		
0604	135		
0605	136		
0606	137		
0607	138		
0608	139		
0609	140		
0610	141		
0611	142		
0612	143		
0613	144		
0614	145		
0615	146		
0616	147		
0617	148		
0618	149		
0619	150		
0620	151		
0621	152		
0622	153		
0623	154		
0624	155		
0625	156		
0626	157		
0627	158		
0628	159		
0629	160		
0630	161		
0631	162		
0632	163		
0633	164		
0634	165		
0635	166		
0636	167		
0637	168		
0638	169		
0639	170		
0640	171		
0641	172		
0642	173		
0643	174		
0644	175		
0645	176		
0646	177		
0647	178		
0648	179		
0649	180		
0650	181		
0651	182		
0652	183		
0653	184		
0654	185		
0655	186		
0656	187		
0657	188		
0658	189		
0659	190		
0660	191		
0661	192		
0662	193		
0663	194		
0664	195		
0665	196		
0666	197		
0667	198		
0668	199		
0669	200		
0670	201		
0671	202		
0672	203		
0673	204		
0674	205		
0675	206		
0676	207		
0677	208		
0678	209		
0679	210		
0680	211		
0681	212		
0682	213		
0683	214		
0684	215		
0685	216		
0686	217		
0687	218		
0688	219		
0689	220		
0690	221		
0691	222		
0692	223		
0693	224		
0694	225		
0695	226		
0696	227		
0697	228		
0698	229		
0699	230		
0700	231		
0701	232		
0702	233		
0703	234		
0704	235		
0705	236		
0706	237		
0707	238		
0708	239		
0709	240		
0710	241		
0711	242		
0712	243		
0713	244		
0714	245		
0715	246		
0716	247		
0717	248		
0718	249		
0719	250		
0720	251		
0721	252		
0722	253		
0723	254		
0724	255		
0725	256		
0726	257		
0727	258		
0728	259		
0729	260		
0730	261		
0731	262		
0732	263		
0733	264		
0734	265		
0735	266		
0736	267		
0737	268		
0738	269		
0739	270		
0740	271		
0741	272		
0742	273		
0743	274		
0744	275		
0745	276		
0746	277		
0747	278		
0748	279		
0749	280		
0750	281		
0751	282		
0752	283		
0753	284		
0754	285		
0755	286		
0756	287		
0757	288		
0758	289		
0759	290		
0760	291		
0761	292		
0762	293		
0763	294		
0764	295		
0765	296		
0766	297		
0767	298		
0768	299		
0769	300		
0770	301		
0771	302		
0772	303		
0773	304		
0774	305		
0775	306		
0776	307		
0777	308		
0778	309		
0779	310		
0780	311		
0781	312		
0782	313		
0783	314		
0784	315		
0785	316		
0786	317		
0787	318		
0788	319		
0789	320		
0790	321		
0791	322		
0792	323		
0793	324		
0794	325		
0795	326		
0796	327		
0797	328		
0798	329		
0799	330		
0800	331		
0801	332		
0802	333		
0803	334		
0804	335		
0805	336		
0806	337		
0807	338		
0808	339		
0809	340		
0810	341		
0811	342		
0812	343		
0813	344		
0814	345		
0815	346		
0816	347		
0817	348		
0818	349		
0819	350		
0820	351		
0821	352		
0822	353		
0823	354		
0824	355		
0825	356		
0826	357		
0827	358		
0828	359		
0829	360		
0830	361		
0831	362		
0832	363		
0833	364		
0834	365		
0835	366		
0836	367		
0837	368		
0838	369		
0839	370		
0840	371		
0841	372		
0842	373		
0843	374		
0844	375		
0845	376		
0846	377		
0847	378		
0848	379		
0849	380		
0850	381		
0851	382		
0852	383		
0853	384		
0854	385		
0855	386		
0856	387		
0857	388		
0858	389		
0859	390		
0860	391		
0861	392		
0862	393		
0863	394		
0864	395		
0865	396		
0866	397		
0867	398		
0868	399		
0869	400		
0870	401		
0871	402		
0872	403		
0873	404		
0874	405		
0875	406		
0876	407		
0877	408		
0878	409		
0879	410		
0880	411		
0881	412		
0882	413		
0			

C.C.Reconocimiento

0605 0606 0607 0608 0609 0610 0611 0612 0613 0614 0615 0616 0617 0618 0619 0620 0621 0622 0623 0624 0625 0626 0627 0628 0629 0630 0631 0632 0633 0634 0635 0636 0637 0638 0639 0640 0641 0642 0643 0644 0645 0646 0647 0648 0649 0650 0651 0652 0653 0654 0655 0656 0657 0658 0659 0660 0661 0662 0663 0664 0665 0666 0667 0668 0669 0670 0671 0672 0673 0674 0675 0676 0677 0678 0679 0680 0681 0682 0683 0684 0685 0686 0687 0688 0689 0690 0691 0692 0693 0694 0695 0696 0697 0698 0699 0700

0701 0702 0703 0704 0705 0706 0707 0708 0709 0710 0711 0712 0713 0714 0715 0716 0717 0718 0719 0720 0721 0722 0723 0724 0725 0726 0727 0728 0729 0730 0731 0732 0733 0734 0735 0736 0737 0738 0739 0740 0741 0742 0743 0744 0745 0746 0747 0748 0749 0750 0751 0752 0753 0754 0755 0756 0757 0758 0759 0760 0761 0762 0763 0764 0765 0766 0767 0768 0769 0770 0771 0772 0773 0774 0775 0776 0777 0778 0779 0780 0781 0782 0783 0784 0785 0786 0787 0788 0789 0790 0791 0792 0793 0794 0795 0796 0797 0798 0799 0800

0801 0802 0803 0804 0805 0806 0807 0808 0809 0810 0811 0812 0813 0814 0815 0816 0817 0818 0819 0820 0821 0822 0823 0824 0825 0826 0827 0828 0829 0830 0831 0832 0833 0834 0835 0836 0837 0838 0839 0840 0841 0842 0843 0844 0845 0846 0847 0848 0849 0850 0851 0852 0853 0854 0855 0856 0857 0858 0859 0860 0861 0862 0863 0864 0865 0866 0867 0868 0869 0870 0871 0872 0873 0874 0875 0876 0877 0878 0879 0880 0881 0882 0883 0884 0885 0886 0887 0888 0889 0890 0891 0892 0893 0894 0895 0896 0897 0898 0899 0900

0901 0902 0903 0904 0905 0906 0907 0908 0909 0910 0911 0912 0913 0914 0915 0916 0917 0918 0919 0920 0921 0922 0923 0924 0925 0926 0927 0928 0929 0930 0931 0932 0933 0934 0935 0936 0937 0938 0939 0940 0941 0942 0943 0944 0945 0946 0947 0948 0949 0950 0951 0952 0953 0954 0955 0956 0957 0958 0959 0960 0961 0962 0963 0964 0965 0966 0967 0968 0969 0970 0971 0972 0973 0974 0975 0976 0977 0978 0979 0980 0981 0982 0983 0984 0985 0986 0987 0988 0989 0990 0991 0992 0993 0994 0995 0996 0997 0998 0999 1000

1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041 1042 1043 1044 1045 1046 1047 1048 1049 1050 1051 1052 1053 1054 1055 1056 1057 1058 1059 1060 1061 1062 1063 1064 1065 1066 1067 1068 1069 1070 1071 1072 1073 1074 1075 1076 1077 1078 1079 1080 1081 1082 1083 1084 1085 1086 1087 1088 1089 1090 1091 1092 1093 1094 1095 1096 1097 1098 1099 1100

1101 1102 1103 1104 1105 1106 1107 1108 1109 1110 1111 1112 1113 1114 1115 1116 1117 1118 1119 1120 1121 1122 1123 1124 1125 1126 1127 1128 1129 1130 1131 1132 1133 1134 1135 1136 1137 1138 1139 1140 1141 1142 1143 1144 1145 1146 1147 1148 1149 1150 1151 1152 1153 1154 1155 1156 1157 1158 1159 1160 1161 1162 1163 1164 1165 1166 1167 1168 1169 1170 1171 1172 1173 1174 1175 1176 1177 1178 1179 1180 1181 1182 1183 1184 1185 1186 1187 1188 1189 1190 1191 1192 1193 1194 1195 1196 1197 1198 1199 1200

1201 1202 1203 1204 1205 1206 1207 1208 1209 1210 1211 1212 1213 1214 1215 1216 1217 1218 1219 1220 1221 1222 1223 1224 1225 1226 1227 1228 1229 1230 1231 1232 1233 1234 1235 1236 1237 1238 1239 1240 1241 1242 1243 1244 1245 1246 1247 1248 1249 1250 1251 1252 1253 1254 1255 1256 1257 1258 1259 1260 1261 1262 1263 1264 1265 1266 1267 1268 1269 1270 1271 1272 1273 1274 1275 1276 1277 1278 1279 1280 1281 1282 1283 1284 1285 1286 1287 1288 1289 1290 1291 1292 1293 1294 1295 1296 1297 1298 1299 1300

1301 1302 1303 1304 1305 1306 1307 1308 1309 1310 1311 1312 1313 1314 1315 1316 1317 1318 1319 1320 1321 1322 1323 1324 1325 1326 1327 1328 1329 1330 1331 1332 1333 1334 1335 1336 1337 1338 1339 1340 1341 1342 1343 1344 1345 1346 1347 1348 1349 1350 1351 1352 1353 1354 1355 1356 1357 1358 1359 1360 1361 1362 1363 1364 1365 1366 1367 1368 1369 1370 1371 1372 1373 1374 1375 1376 1377 1378 1379 1380 1381 1382 1383 1384 1385 1386 1387 1388 1389 1390 1391 1392 1393 1394 1395 1396 1397 1398 1399 1400

1401 1402 1403 1404 1405 1406 1407 1408 1409 1410 1411 1412 1413 1414 1415 1416 1417 1418 1419 1420 1421 1422 1423 1424 1425 1426 1427 1428 1429 1430 1431 1432 1433 1434 1435 1436 1437 1438 1439 1440 1441 1442 1443 1444 1445 1446 1447 1448 1449 1450 1451 1452 1453 1454 1455 1456 1457 1458 1459 1460 1461 1462 1463 1464 1465 1466 1467 1468 1469 1470 1471 1472 1473 1474 1475 1476 1477 1478 1479 1480 1481 1482 1483 1484 1485 1486 1487 1488 1489 1490 1491 1492 1493 1494 1495 1496 1497 1498 1499 1500

0633	1	+	1.19	1.65
0634	2	+	1.51	1.89
0635	3	+	1.11	1.87
0636	4	+	1.54	1.16
0637	5	+	21.54	22.72
0638	6	+	24.41	24.72
0639	7	+	25.36	24.78
0640	8	+	27.10	14.14
0641	9	+	11.55	12.17
0642	10	+	11.55	11.41
0643	11	+	6.20	5.15
0644	12	+	6.20	5.71
0645	13	+	7.16	12.47
0646	14	+	15.46	15.41
0647	15	+	7.16	5.31
0648	16	+	10.31	8.18
0649	17	+	10.31	7.29
0650	18	+	7.75	6.84
0651	19	+	6.50	7.72
0652	20	+	7.06	7.55
0653	21	+	7.48	6.77
0654	22	+	6.37	7.29
0655	23	+	11.56	6.43
0656	24	+	5.52	5.71
0657	25	+	4.52	5.12
0658	26	+	5.17	4.67
0659	27	+	4.02	10.87
0660	28	+	5.54	8.66
0661	29	+	6.24	9.15
0662	30	+	4.02	7.15
0663	31	+	4.07	7.32
0664	32	+	4.73	6.63
0665	33	+	4.52	5.01
0666	34	+	3.69	4.47
0667	35	+	3.44	4.02
0668	36	+	3.44	3.74
0669	37	+	6.23	3.58
0670	38	+	3.69	3.33
0671	39	+	4.22	5.15
0672	40	+	6.05	10.56
0673	41	+	6.62	14.44
0674	42	+	5.27	13.25
0675	43	+	7.16	10.01
0676	44	+	9.64	12.76
0677	45	+	3.64	10.01
0678	46	+	4.52	9.24
0679	47	+	2.61	8.15
0680	48	+	7.48	7.21
0681	49	+	4.52	7.15
0682	50	+	6.50	5.69
0683	51	+	2.20	6.21
0684	52	+	3.39	6.64
0685	53	+	4.41	5.63
0686	54	+	4.67	5.13
0687	55	+	3.57	4.58
0688	56	+	2.26	4.18
0689	57	+	2.19	7.20
0690	58	+	4.80	6.23
0691	59	+	6.25	5.38
0692	60	+	3.44	4.70
0693	61	+	3.31	6.07
0694	62	+	3.19	6.86
0695	63	+	16.74	5.98
0696	64	+	2.49	5.22
0697	65	+	2.39	4.53
0698	66	+	4.53	6.11
0699	67	+	6.11	5.25
0700	68	+	3.31	4.56
0701	69	+	3.77	4.60
0702	70	+	2.70	3.53
0703	71	+	2.76	3.92
0704	72	+	7.29	4.38
0705	73	+	25.46	3.76
0706	74	+	19.22	3.32
0707	75	+	6.75	3.31
0708	76	+	5.11	2.86
0709	77	+	9.58	2.40
0710	78	+	4.37	2.34
0711	79	+	2.60	2.22
0712	80	+	4.05	

[illegible]

312

0950 4.87 5.01
0951 4.80 4.91
0952 4.80 4.80
0953 4.87 4.87
0954 4.87 4.87
0955 4.87 4.87
0956 4.87 4.87
0957 4.87 4.87
0958 4.87 4.87
0959 4.87 4.87
0960 4.87 4.87
0961 4.87 4.87
0962 4.87 4.87
0963 4.87 4.87
0964 4.87 4.87
0965 4.87 4.87
0966 4.87 4.87
0967 4.87 4.87
0968 4.87 4.87
0969 4.87 4.87
0970 4.87 4.87
0971 4.87 4.87
0972 4.87 4.87
0973 4.87 4.87
0974 4.87 4.87
0975 4.87 4.87
0976 4.87 4.87
0977 4.87 4.87
0978 4.87 4.87
0979 4.87 4.87
0980 4.87 4.87
0981 4.87 4.87
0982 4.87 4.87
0983 4.87 4.87
0984 4.87 4.87
0985 4.87 4.87
0986 4.87 4.87
0987 4.87 4.87
0988 4.87 4.87
0989 4.87 4.87
0990 4.87 4.87
0991 4.87 4.87
0992 4.87 4.87
0993 4.87 4.87
0994 4.87 4.87
0995 4.87 4.87
0996 4.87 4.87
0997 4.87 4.87
0998 4.87 4.87
0999 4.87 4.87

[illegible]

1140	11.56	11.56
1141	7.28	7.28
1142	6.65	6.65
1143	7.18	7.18
1144	7.40	7.40
1145	6.30	6.30
1146	11.45	11.45
1147	13.56	13.56
1148	11.21	11.21
1149	9.40	9.40
1150	6.65	6.65
1151	7.11	7.11
1152	6.48	6.48
1153	6.66	6.66
1154	5.72	5.72
1155	7.07	7.07
1156	11.02	11.02
1157	10.19	10.19
1158	6.35	6.35
1159	7.16	7.16
1160	6.13	6.13
1161	10.42	10.42
1162	11.39	11.39
1163	10.66	10.66
1164	11.68	11.68
1165	9.51	9.51
1166	6.79	6.79
1167	8.44	8.44
1168	7.37	7.37
1169	11.68	11.68
1170	12.87	12.87
1171	11.68	11.68
1172	10.75	10.75
1173	8.56	8.56
1174	7.81	7.81
1175	6.63	6.63
1176	6.11	6.11
1177	5.47	5.47
1178	4.92	4.92
1179	4.87	4.87
1180	4.45	4.45
1181	4.23	4.23
1182	4.17	4.17
1183	4.71	4.71
1184	11.54	11.54
1185	10.54	10.54
1186	6.28	6.28
1187	7.05	7.05
1188	2.67	2.67
1189	3.27	3.27
1190	4.62	4.62
1191	4.36	4.36
1192	3.64	3.64
1193	3.43	3.43
1194	3.26	3.26
1195	3.10	3.10
1196	2.94	2.94
1197	2.86	2.86
1198	2.66	2.66
1199	2.52	2.52
1200	2.40	2.40
1201	2.20	2.20
1202	2.16	2.16
1203	2.05	2.05
1204	1.95	1.95
1205	1.85	1.85
1206	1.76	1.76
1207	1.67	1.67
1208	1.59	1.59
1209	1.51	1.51
1210	1.43	1.43
1211	1.36	1.36
1212	1.30	1.30
1213	1.23	1.23
1214	1.17	1.17
1215	1.11	1.11
1216	1.05	1.05
1217	2.49	2.49
1218	13.88	13.88

Year	Age	Sex	Height (cm)	Weight (kg)	BMI (kg/m²)	Waist (cm)	Hip (cm)	Waist:Hip	Waist:Height	Waist:Weight	Waist:Height²	Waist:Weight²
1120	10	+	140	30	1.96	64	88	0.73	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1121	11	+	145	35	2.07	68	92	0.74	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1122	12	+	150	40	2.18	72	96	0.75	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1123	13	+	155	45	2.29	76	100	0.76	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1124	14	+	160	50	2.40	80	104	0.77	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1125	15	+	165	55	2.51	84	108	0.78	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1126	16	+	170	60	2.62	88	112	0.79	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1127	17	+	175	65	2.73	92	116	0.80	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1128	18	+	180	70	2.84	96	120	0.81	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1129	19	+	185	75	2.95	100	124	0.82	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1130	20	+	190	80	3.06	104	128	0.83	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1131	21	+	195	85	3.17	108	132	0.84	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1132	22	+	200	90	3.28	112	136	0.85	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1133	23	+	205	95	3.39	116	140	0.86	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1134	24	+	210	100	3.50	120	144	0.87	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1135	25	+	215	105	3.61	124	148	0.88	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1136	26	+	220	110	3.72	128	152	0.89	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1137	27	+	225	115	3.83	132	156	0.90	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1138	28	+	230	120	3.94	136	160	0.91	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1139	29	+	235	125	4.05	140	164	0.92	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1140	30	+	240	130	4.17	144	168	0.93	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1141	31	+	245	135	4.28	148	172	0.94	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1142	32	+	250	140	4.39	152	176	0.95	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1143	33	+	255	145	4.50	156	180	0.96	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1144	34	+	260	150	4.61	160	184	0.97	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1145	35	+	265	155	4.72	164	188	0.98	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1146	36	+	270	160	4.83	168	192	0.99	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1147	37	+	275	165	4.94	172	196	1.00	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1148	38	+	280	170	5.06	176	200	1.01	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1149	39	+	285	175	5.17	180	204	1.02	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1150	40	+	290	180	5.28	184	208	1.03	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1151	41	+	295	185	5.39	188	212	1.04	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1152	42	+	300	190	5.50	192	216	1.05	0.04	0.0001	0.0001	0.0001
1153	43	+	305	195	5.61	196	220	1.06	0.04			

Year	Age	Sex	Height (cm)	Weight (kg)	Body Mass Index (kg/m²)
1210	1	+	1.44	1.7	1.3
1211	2	+	1.44	1.7	1.3
1212	3	+	1.44	1.7	1.3
1213	4	+	1.44	1.7	1.3
1214	5	+	1.44	1.7	1.3
1215	6	+	1.44	1.7	1.3
1216	7	+	1.44	1.7	1.3
1217	8	+	1.44	1.7	1.3
1218	9	+	1.44	1.7	1.3
1219	10	+	1.44	1.7	1.3
1220	11	+	1.44	1.7	1.3
1221	12	+	1.44	1.7	1.3
1222	13	+	1.44	1.7	1.3
1223	14	+	1.44	1.7	1.3
1224	15	+	1.44	1.7	1.3
1225	16	+	1.44	1.7	1.3
1226	17	+	1.44	1.7	1.3
1227	18	+	1.44	1.7	1.3
1228	19	+	1.44	1.7	1.3
1229	20	+	1.44	1.7	1.3
1230	21	+	1.44	1.7	1.3
1231	22	+	1.44	1.7	1.3
1232	23	+	1.44	1.7	1.3
1233	24	+	1.44	1.7	1.3
1234	25	+	1.44	1.7	1.3
1235	26	+	1.44	1.7	1.3
1236	27	+	1.44	1.7	1.3
1237	28	+	1.44	1.7	1.3
1238	29	+	1.44	1.7	1.3
1239	30	+	1.44	1.7	1.3
1240	31	+	1.44	1.7	1.3
1241	32	+	1.44	1.7	1.3
1242	33	+	1.44	1.7	1.3
1243	34	+	1.44	1.7	1.3
1244	35	+	1.44	1.7	1.3
1245	36	+	1.44	1.7	1.3
1246	37	+	1.44	1.7	1.3
1247	38	+	1.44	1.7	1.3
1248	39	+	1.44	1.7	1.3
1249	40	+	1.44	1.7	1.3
1250	41	+	1.44	1.7	1.3
1251	42	+	1.44	1.7	1.3
1252	43	+	1.44	1.7	1.3
1253	44	+	1.44	1.7	1.3
1254	45	+	1.44	1.7	1.3
1255	46	+	1.44	1.7	1.3
1256	47	+	1.44	1.7	1.3
1257	48	+	1.44	1.7	1.3
1258	49	+	1.44	1.7	1.3
1259	50	+	1.44	1.7	1.3
1260	51	+	1.44	1.7	1.3
1261	52	+	1.44	1.7	1.3
1262	53	+	1.44	1.7	1.3
1263	54	+	1.44	1.7	1.3
1264	55	+	1.44	1.7	1.3
1265	56	+	1.44	1.7	1.3
1266	57	+	1.44	1.7	1.3
1267	58	+	1.44	1.7	1.3
1268	59	+	1.44	1.7	1.3
1269	60	+	1.44	1.7	1.3
1270	61	+	1.44	1.7	1.3
1271	62	+	1.44	1.7	1.3
1272	63	+	1.44	1.7	1.3
1273	64	+	1.44	1.7	1.3
1274	65	+	1.44	1.7	1.3
1275	66	+	1.44	1.7	1.3
1276	67	+	1.44	1.7	1.3
1277	68	+	1.44	1.7	1.3
1278	69	+	1.44	1.7	1.3
1279	70	+	1.44	1.7	1.3
1280	71	+	1.44	1.7	1.3
1281	72	+	1.44	1.7	1.3
1282	73	+	1.44	1.7	1.3
1283	74	+	1.44	1.7	1.3
1284	75	+	1.44	1.7	1.3
1285	76	+	1.44	1.7	1.3
1286	77	+	1.44	1.7	1.3
1287	78	+	1.44	1.7	1.3
1288	79	+	1.44	1.7	1.3

C.C.Reconocimiento

319

APENDICE VII-B

APLICACION DE LA ESTRUCTURA DE REGIONALIZACION
A LA CUENCA DEL CURVATI

CUADRO RESUMEN

QDA= 566.250 QSA= 19.005 QTA= 4485.197
 CTA= 2015.720 HDA= 6785.217 TDA= 5084.744
 QPK=112.47 PKDR= 64.90 CC1= 1.3147
 RMR= .29 FRM= 0.00
 PAC= 7128.616 DAL= 7128.626

PARAMETROS

ST 200.0000 RH 118.9744 WF 59.4872 DH 63.0000 DA 32.5000 S1 164.5505 S3 28.4892 SCI 164.0000
 FP .9000 FI .2702 FL 1.0000 FE .5000 MX 5.8883 FD 0.0000 FR .0376 FSE .0267

1 ERAX= 112.47 EMIN= 0.00 RDA= 5084.750
 CUENCA DEL RIO CURVATI, EDO BARINAS -- SIMULACION DE CAUDAL DIARI PERIODO ENC 70-DIC 73

PLOT DE LOS VALORES DE ESCORRENTIA

	11.2	22.5	33.7	45.0	56.2	67.5	78.7	90.0	101.2	112.5	*OBS	*SIM
ENC 70												
1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.22	1.22
2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.25	1.14
3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.13	1.07
4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.13	1.00
5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.13	.94
6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.13	.88
7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.05	.82
8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.05	.77
9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.05	.72
10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.05	.67
11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.05	.63
12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.05	.59
13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.97	.55
14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.70	.52
15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.31	.48
16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.13	.45
17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.05	.42
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.05	.39
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.05	.37
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.05	.35
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.97	.32
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.05	.30
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.97	.28
24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.97	.26
25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.97	.25
26	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.97	.23
27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.97	.22
28	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.89	.20
29	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.89	.19
30	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.89	.18
31	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.89	.17
1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.89	.16
2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.97	.15
3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.66	.14
4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.59	.13
5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.66	.12
6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.97	.11

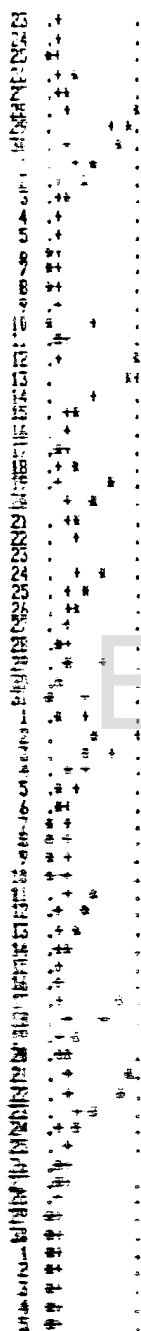
[illegible]

[illegible]

5	3.62	1.43
6	42.44	5.82
7	13.11	3.89
8	9.36	3.55
9	10.11	8.19
10	9.25	24.12
11	112.47	37.89
12	21.23	19.22
13	15.66	16.64
14	14.53	7.41
15	16.70	5.85
16	14.96	3.32
17	15.67	2.44
18	17.15	1.47
19	11.57	1.86
20	16.75	1.63
21	11.25	1.61
22	5.08	1.24
23	11.41	2.24
24	16.74	1.08
25	7.91	1.87
26	13.26	2.54
27	11.11	2.42
28	12.55	6.71
29	14.23	4.54
30	26.74	4.86
31	16.74	3.44
32	8.11	3.08
33	7.32	15.19
34	27.64	16.88
35	28.96	11.88
36	12.82	7.88
37	8.11	14.35
38	6.57	12.67
39	8.49	7.25
40	7.43	4.97
41	9.45	13.24
42	36.72	11.85
43	11.86	6.12
44	23.23	4.73
45	19.18	3.18
46	15.54	6.58
47	47.57	8.97
48	11.27	6.42
49	10.64	4.34
50	20.81	3.26
51	20.24	4.87
52	9.86	3.78
53	12.57	6.63
54	6.79	4.49
55	5.60	3.37
56	6.49	11.20
57	10.90	9.44
58	5.18	5.82
59	9.17	7.96
60	6.39	12.67
61	29.13	9.58
62	8.73	6.45
63	9.45	4.34
64	37.44	3.82
65	16.21	1.84
66	13.82	1.97
67	6.97	1.34
68	10.15	1.15
69	6.53	1.88
70	6.64	1.81
71	5.82	3.73
72	4.61	2.36
73	9.63	1.35
74	4.47	11.67
75	5.64	10.82
76	8.33	5.78
77	4.47	4.25

[illegible]

Line	Code	Description	Amount	Total
8	88		.88	2.41
9	88		.88	2.41
10	88		.88	2.41
11	88		.88	2.41
12	88		.88	2.41
13	88		.88	2.41
14	88		.88	2.41
15	88		.88	2.41
16	88		.88	2.41
17	88		.88	2.41
18	88		.88	2.41
19	88		.88	2.41
20	88		.88	2.41
21	88		.88	2.41
22	88		.88	2.41
23	88		.88	2.41
24	88		.88	2.41
25	88		.88	2.41
26	88		.88	2.41
27	88		.88	2.41
28	88		.88	2.41
29	88		.88	2.41
30	88		.88	2.41
31	88		.88	2.41
32	88		.88	2.41
33	88		.88	2.41
34	88		.88	2.41
35	88		.88	2.41
36	88		.88	2.41
37	88		.88	2.41
38	88		.88	2.41
39	88		.88	2.41
40	88		.88	2.41
41	88		.88	2.41
42	88		.88	2.41
43	88		.88	2.41
44	88		.88	2.41
45	88		.88	2.41
46	88		.88	2.41
47	88		.88	2.41
48	88		.88	2.41
49	88		.88	2.41
50	88		.88	2.41
51	88		.88	2.41
52	88		.88	2.41
53	88		.88	2.41
54	88		.88	2.41
55	88		.88	2.41
56	88		.88	2.41
57	88		.88	2.41
58	88		.88	2.41
59	88		.88	2.41
60	88		.88	2.41
61	88		.88	2.41
62	88		.88	2.41
63	88		.88	2.41
64	88		.88	2.41
65	88		.88	2.41
66	88		.88	2.41
67	88		.88	2.41
68	88		.88	2.41
69	88		.88	2.41
70	88		.88	2.41
71	88		.88	2.41
72	88		.88	2.41
73	88		.88	2.41
74	88		.88	2.41
75	88		.88	2.41
76	88		.88	2.41
77	88		.88	2.41
78	88		.88	2.41
79	88		.88	2.41
80	88		.88	2.41
81	88		.88	2.41
82	88		.88	2.41
83	88		.88	2.41
84	88		.88	2.41
85	88		.88	2.41
86	88		.88	2.41
87	88		.88	2.41
88	88		.88	2.41
89	88		.88	2.41
90	88		.88	2.41
91	88		.88	2.41
92	88		.88	2.41
93	88		.88	2.41
94	88		.88	2.41
95	88		.88	2.41
96	88		.88	2.41
97	88		.88	2.41
98	88		.88	2.41
99	88		.88	2.41
100	88		.88	2.41

[illegible]

6	1.41	2.82
7	1.41	1.69
8	1.41	1.83
9	1.41	1.99
10	1.41	1.34
11	1.41	1.07
12	1.41	1.00
13	1.41	1.00
14	1.41	2.95
15	1.41	9.60
16	1.41	7.05
17	1.41	4.34
18	1.41	3.58
19	1.41	2.22
20	1.41	1.23
21	1.41	1.51
22	1.41	2.83
23	1.41	15.10
24	1.41	14.58
25	1.41	6.45
26	1.41	4.41
27	1.41	2.83
28	1.41	1.68
29	1.41	2.37
30	1.41	10.20
31	1.41	15.83
1	26.49	23.79
2	5.05	21.78
3	3.08	9.81
4	2.43	6.85
5	2.86	4.78
6	1.90	5.85
7	2.52	4.69
8	2.06	6.10
9	1.98	8.39
10	1.90	5.05
11	1.90	4.18
12	4.73	7.58
13	3.29	7.65
14	4.35	12.97
15	52.99	39.21
16	14.79	48.34
17	16.47	11.75
18	20.85	8.16
19	8.54	5.55
20	5.56	4.22
21	8.17	2.67
22	5.56	1.68
23	5.11	3.95
24	21.54	2.48
25	34.45	25.68
26	25.36	42.78
27	32.50	18.33
28	14.34	11.24
29	8.35	7.84
30	6.75	5.31
31	5.26	15.51
1	15.40	14.51
2	9.06	7.24
3	16.31	5.34
4	56.51	3.50
5	7.99	2.17
6	6.58	2.82
7	7.66	4.15
8	7.46	4.20
9	6.37	2.79
10	11.56	4.23
11	5.26	2.70
12	4.52	1.58
13	5.17	1.76
14	4.82	1.27
15	5.94	13.84
16	6.24	12.40
17	4.82	8.42

C.C.Reconocimiento

[illegible]

72

[illegible]

10	9	2.00	1.50
11	10	2.00	1.59
12	11	1.91	.00
13	12	1.91	.00
14	13	1.91	.00
15	14	1.83	.00
16	15	1.64	.00
17	16	1.64	.00
18	17	1.43	.00
19	18	1.38	.00
20	19	1.38	.00
21	20	1.38	.00
22	21	1.38	.00
23	22	1.38	.00
24	23	1.38	.00
25	24	1.38	.00
26	25	1.38	.00
27	26	1.38	.00
28	27	1.38	.00
29	28	1.38	.00
30	29	1.38	.00
31	30	1.38	.00
32	31	1.38	.00
33	32	1.38	.00
34	33	1.38	.00
35	34	1.38	.00
36	35	1.38	.00
37	36	1.38	.00
38	37	1.38	.00
39	38	1.38	.00
40	39	1.38	.00
41	40	1.38	.00
42	41	1.38	.00
43	42	1.38	.00
44	43	1.38	.00
45	44	1.38	.00
46	45	1.38	.00
47	46	1.38	.00
48	47	1.38	.00
49	48	1.38	.00
50	49	1.38	.00
51	50	1.38	.00
52	51	1.38	.00
53	52	1.38	.00
54	53	1.38	.00
55	54	1.38	.00
56	55	1.38	.00
57	56	1.38	.00
58	57	1.38	.00
59	58	1.38	.00
60	59	1.38	.00
61	60	1.38	.00
62	61	1.38	.00
63	62	1.38	.00
64	63	1.38	.00
65	64	1.38	.00
66	65	1.38	.00
67	66	1.38	.00
68	67	1.38	.00
69	68	1.38	.00
70	69	1.38	.00
71	70	1.38	.00
72	71	1.38	.00
73	72	1.38	.00
74	73	1.38	.00
75	74	1.38	.00
76	75	1.38	.00
77	76	1.38	.00
78	77	1.38	.00
79	78	1.38	.00
80	79	1.38	.00
81	80	1.38	.00
82	81	1.38	.00
83	82	1.38	.00
84	83	1.38	.00
85	84	1.38	.00
86	85	1.38	.00
87	86	1.38	.00
88	87	1.38	.00
89	88	1.38	.00
90	89	1.38	.00
91	90	1.38	.00
92	91	1.38	.00
93	92	1.38	.00
94	93	1.38	.00
95	94	1.38	.00
96	95	1.38	.00
97	96	1.38	.00
98	97	1.38	.00
99	98	1.38	.00
100	99	1.38	.00

[illegible]

6	3.82
7	3.17
8	3.16
9	3.66
10	2.93
11	4.47
12	2.93
13	2.81
14	2.78
15	3.31
16	2.81
17	2.81
18	2.81
19	2.81
20	2.81
21	2.81
22	2.81
23	2.81
24	2.81
25	2.81
26	2.81
27	2.81
28	2.81
29	2.81
30	2.81
31	2.81
32	2.81
33	2.81
34	2.81
35	2.81
36	2.81
37	2.81
38	2.81
39	2.81
40	2.81
41	2.81
42	2.81
43	2.81
44	2.81
45	2.81
46	2.81
47	2.81
48	2.81
49	2.81
50	2.81
51	2.81
52	2.81
53	2.81
54	2.81
55	2.81
56	2.81
57	2.81
58	2.81
59	2.81
60	2.81
61	2.81
62	2.81
63	2.81
64	2.81
65	2.81
66	2.81
67	2.81
68	2.81
69	2.81
70	2.81
71	2.81
72	2.81
73	2.81
74	2.81
75	2.81
76	2.81
77	2.81
78	2.81
79	2.81
80	2.81
81	2.81
82	2.81
83	2.81
84	2.81
85	2.81
86	2.81
87	2.81
88	2.81
89	2.81
90	2.81
91	2.81
92	2.81
93	2.81
94	2.81
95	2.81
96	2.81
97	2.81
98	2.81
99	2.81
100	2.81

[illegible]

73

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

Bdigital.ula.ve

1.09

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

24	1.82	3.85
25	1.62	2.71
26	1.73	12.26
27	7.43	10.28
28	1.91	4.88
29	1.23	2.07
30	.80	1.48
31	.80	.46
32	.80	.00
33	.73	.00
34	.73	.00
35	6.41	9.66
36	1.91	7.54
37	1.82	4.50
38	.80	2.93
39	.80	1.52
40	.73	.49
41	.73	.00
42	.80	.00
43	.61	.00
44	.61	.00
45	.61	.15
46	5.04	3.07
47	1.82	2.35
48	1.82	1.10
49	1.82	.19
50	.95	.00
51	.80	.00
52	.80	.00
53	.80	.00
54	.80	.00
55	.80	.00
56	.80	.00
57	.80	.00
58	.80	.00
59	.80	.00
60	.80	.00
61	.80	.00
62	.80	.00
63	.80	.00
64	.80	.00
65	.80	.00
66	.80	.00
67	.80	.00
68	.80	.00
69	.80	.00
70	.80	.00
71	.80	.00
72	.80	.00
73	.80	.00
74	.80	.00
75	.80	.00
76	.80	.00
77	.80	.00
78	.80	.00
79	.80	.00
80	.80	.00
81	.80	.00
82	.80	.00
83	.80	.00
84	.80	.00
85	.80	.00
86	.80	.00
87	.80	.00
88	.80	.00
89	.80	.00
90	.80	.00
91	.80	.00
92	.80	.00
93	.80	.00
94	.80	.00
95	.80	.00
96	.80	.00
97	.80	.00
98	.80	.00
99	.80	.00
100	.80	.00

7	3.95	5.26
8	2.76	5.07
9	2.40	4.68
10	11.22	6.28
11	9.66	4.18
12	6.73	2.63
13	3.31	2.27
14	8.24	4.52
15	2.02	2.67
16	3.58	2.69
17	8.65	4.05
18	9.37	7.69
19	8.67	6.45
20	4.22	4.41
21	2.70	3.23
22	2.39	1.94
23	2.19	2.74
24	1.91	2.51
25	1.73	1.41
26	1.46	.61
27	1.30	1.72
28	1.23	.84
29	1.15	.38
30	1.09	.00
31	.95	.00
1	.95	.00
2	.86	2.52
3	.00	1.40
4	6.64	9.40
5	5.07	7.11
6	2.00	4.08
7	1.46	2.56
8	1.23	1.42
9	1.16	.60
10	1.09	1.35
11	1.02	.54
12	1.02	.00
13	7.94	11.17
14	6.25	10.55
15	4.95	6.05
16	4.21	4.55
17	3.10	4.25
18	1.73	2.80
19	4.63	1.62
20	2.68	.94
21	2.19	1.27
22	2.96	.74
23	2.20	2.38
24	2.00	1.52
25	1.82	.79
26	2.10	5.41
27	2.69	13.18
28	2.39	10.83
29	2.00	7.73
30	24.76	10.77
31	9.75	12.13
1	3.44	8.34
2	2.19	5.61
3	2.00	3.63
4	6.21	2.67
5	7.90	1.70
6	3.15	1.54
7	2.81	3.31
8	7.70	1.97
9	7.35	10.18
10	6.34	7.08
11	2.81	9.88
12	4.35	6.90
13	3.57	5.12
14	4.30	9.78
15	5.28	11.41
16	80.01	47.26
17	11.65	64.96
18		

19	10.88
20	7.48
21	5.00
22	4.36
23	4.13
24	3.69
25	3.81
26	2.32
27	2.65
28	2.77
29	2.77
30	2.17
31	1.83
32	1.83
33	1.83
34	1.83
35	1.83
36	1.83
37	1.83
38	1.83
39	1.83
40	1.83
41	1.83
42	1.83
43	1.83
44	1.83
45	1.83
46	1.83
47	1.83
48	1.83
49	1.83
50	1.83
51	1.83
52	1.83
53	1.83
54	1.83
55	1.83
56	1.83
57	1.83
58	1.83
59	1.83
60	1.83
61	1.83
62	1.83
63	1.83
64	1.83
65	1.83
66	1.83
67	1.83
68	1.83
69	1.83
70	1.83
71	1.83
72	1.83
73	1.83
74	1.83
75	1.83
76	1.83
77	1.83
78	1.83
79	1.83
80	1.83
81	1.83
82	1.83
83	1.83
84	1.83
85	1.83
86	1.83
87	1.83
88	1.83
89	1.83
90	1.83
91	1.83
92	1.83
93	1.83
94	1.83
95	1.83
96	1.83
97	1.83
98	1.83
99	1.83
100	1.83

2	+	.	.	.	.	.	1.73	6.60
3	+	.	.	.	.	.	1.55	6.60
4	+	.	.	.	.	.	1.36	6.60
5	+	.	.	.	.	.	1.23	6.60
6	+	.	.	.	.	.	1.16	6.60
7	+	.	.	.	.	.	1.16	6.60
8	+	.	.	.	.	.	1.69	6.60
9	+	.	.	.	.	.	1.02	6.60
10	+	.	.	.	.	.	1.02	6.60
11	+	.	.	.	.	.	1.02	6.60
12	+	.	.	.	.	.	1.02	6.60
13	+	.	.	.	.	.	12.90	8.74
14	+	.	.	.	.	.	2.45	4.92
15	+	.	.	.	.	.	1.55	3.86
16	+	.	.	.	.	.	1.50	1.71
17	+	.	.	.	.	.	1.23	.72
18	+	.	.	.	.	.	1.23	.69
19	+	.	.	.	.	.	1.16	2.09
20	+	.	.	.	.	.	1.23	2.11
21	+	.	.	.	.	.	1.23	1.61
22	+	.	.	.	.	.	1.43	.31
23	+	.	.	.	.	.	.95	6.60
24	+	.	.	.	.	.	.86	6.60
25	+	.	.	.	.	.	.86	6.60
26	+	.	.	.	.	.	.73	6.60
27	+	.	.	.	.	.	.73	6.60
28	+	.	.	.	.	.	.66	6.60
29	+	.	.	.	.	.	.66	6.60
30	+	.	.	.	.	.	.66	6.60
31	+	.	.	.	.	.	.61	6.60

Bdigital.ula.ve

C.C.Reconocimiento