

Programa de computadora para un estudio ambiental en Guanacaste, Costa Rica

Jorge Chacón S.* Bernardo Chacón S.* Alfonso Mata J.*

RESUMEN

Se describe un programa de computadora confeccionado para procesar los datos relacionados con el análisis físico-químico del agua subterránea de la Cuenca Superior del Río Cañas, Guanacaste.

INTRODUCCION

Desde hace tan sólo unos pocos años, el desarrollo del campo de manejo de recursos acuáticos se ha visto muy influido por la preocupación de las sociedades modernas en la protección y la calidad del ambiente humano. Esto ha repercutido en las decisiones políticas que se han tomado presionadas por la conciencia del público, así como en la complejidad de los estudios ambientales que se han emprendido y la comprensión de la urgencia de realizarlos. Podemos buscar las razones de estas nuevas tendencias en una crisis ambiental producida por la contaminación y el uso creciente de recursos fundamentales al hombre, en un mundo cuya población crece rápidamente y demanda más del ambiente. También es evidente que otra razón para este desarrollo y estudio de los recursos, es el mejoramiento del estándar de vida y de la educación que termina en una demanda por una calidad de vida mejor y una percepción más técnica de los pro-

blemas de la contaminación en general.

Los estudios del ambiente son cada vez más complejos y requieren el uso de computadoras; primero porque estas máquinas pueden acumular en su memoria una cantidad de información superior a la que puede retener la mente humana (1), y segundo porque pueden manejar los números a altas velocidades, ejecutando millones de cálculos con gran precisión.

Nuestro país no escapa a esta tendencia y los estudios del ambiente se van detallando cada vez más en nuestro patio. La cantidad de datos será cada vez mayor para poder cubrir un mayor número de variables y el empleo de computadoras para manejar los datos se hará cada vez más necesario.

PLANTEAMIENTO

Con la finalidad de realizar estudios completos de potabili-

dad y calidad para irrigación de aguas subterráneas de la Cuenca Superior del Río Cañas, Guanacaste, se obtuvo máxima información primaria posible a base de determinación de campo y se estableció un método para el monitoreo bianual en el área. Este tipo de estudio demanda la realización de una serie de análisis físico-químicos del agua en muchos puntos de la cuenca (2). En vista del problema de horas-hombre que se plantea con la recolección, mantenimiento y traslado de una gran cantidad de datos (5, 6), se diseñó un modelo de procesamiento de datos con un computador digital para ser utilizado como rutina en labores que van desde el listado de indicadores de la calidad del agua hasta el análisis gráfico y estadístico de una gran masa de información.

DESCRIPCION DEL PROGRAMA

En el cuadro N°1 aparece el listado del programa realizado, está escrito en FORTRAN IV

*Profesores de la Escuela de Química.
Universidad de Costa Rica.

(3, 4, 7). Todas las pruebas de los programas y el procesamiento de los datos fueron realizados en el Centro de Informática de la Universidad de Costa Rica, utilizando un computador IBM-360 y bajo el sistema operativo FORTRAN IV D.O.S.

El programa propone una entrada de datos por medio de tarjetas, dos para cada punto geográfico analizado, la primera de ellas contiene la información básica de ese punto como son: número del pozo (XD1, XD2), coordenadas (C1, C2, C3), fecha de recolección (FECH1, FECH2) nivel estático del agua (DEPTH), tipo de construcción (TP1, TP2), recolector de la muestra (COL), lugar donde se realizó el análisis (AN1, AN2), formación geológica del lugar, donde está ubicado el pozo (FG1, FG2, FG3). La segunda tarjeta contiene toda la información obtenida del análisis físico químico del agua: dureza total (RCAMG), calcio (RCA), potasio (RK), sodio (RNA) alcalinidad (RALC), cloruro (RCL), sulfato (RS04), nitrato (RN03), todos los anteriores en meq/L, hierro (HIERRO), boro (BORO), sílice (SILICE), estos últimos en mg/L, pH (PH), pH de saturación (PHSAT) conductividad específica en Us/cm (KOND), temperatura de análisis (TK), turbiedad en NTU (TURB), temperatura del pozo (TPOZO) y temperatura ambiente en el momento de la recolección (TAMB).

El programa lógicamente comienza indicando los registros de memoria que serán usados en el transcurso del mismo (línea 1 y 2). Luego lee los símbolos que serán usados para realizar las fi-

guras del diagrama de Stiff (líneas 3 a 6), después lee el número de pozos que serán procesados y la información de cada pozo. Inicia los contadores para calcular el número de pozos con agua del tipo bicarbonato de magnesio (TMG), bicarbonato de calcio y magnesio (TCAMG) y bicarbonato de calcio (TCA) (líneas 7 a 17). Calcula la dureza carbonatada (RCARB) y no carbonatada (ZOCARB), luego guarda en el registro T (2 dimensiones) los datos de cada pozo, ya sea como entraron originalmente o transformados para obtener información adicional (por ejemplo el cálculo de los mg/L de magnesio, línea 38).

En las líneas 61, 62 y 63 se calculan los parámetros indicativos para efectos de irrigación, como son el porcentaje de sodio (PERCNA) razón de absorción de sodio (SAR) y sólidos totales disueltos (ISOL). El registro R (2 dimensiones) guarda información de los iones que serán utilizados para calcular el diagrama de Stiff. El registro P (2 dimensiones) guarda los cálculos de los porcentajes de los miliequivalentes de los diferentes iones que fueron analizados. A partir de la línea 83 se inicia el cálculo para realizar la figura del diagrama de Stiff, el que termina en la línea 128. Hay que hacer notar que la escala usada para la figura fue de 0,25 meq/L (línea 111), esta podría cambiarse a una escala mayor o menor con el consiguiente cambio en el tamaño y forma del registro de la figura MFIG (2 dimensiones). Una vez calculada la figura del diagrama de Stiff, se procede a escribir el formato de salida del mismo, que incluye

toda la información necesaria para dar una idea clara y precisa de la calidad química del agua de cada pozo (líneas 129 a 198). El Cuadro No. 1 da un ejemplo del formato de salida mencionado.

En la línea 149 se comienzan los cálculos para proceder a clasificar el agua analizada para efectos de irrigación, de acuerdo con Wilcox (8), dicho cálculo termina en la línea 222. Esta parte del programa guarda en el registro MK (una dimensión) la clasificación de cada pozo para posteriormente dar un listado comprensivo de todos los pozos analizados en cuanto a irrigación se refiere. La línea 204 hará que la parte del programa anteriormente señalado vuelva a realizar los mismos cálculos para otro pozo analizado o prosiga con la segunda parte del procesamiento.

A partir de la línea 207 se prepara el formato de salida para dar un listado general de todos los pozos con sus respectivos parámetros analizados (información guardada en el registro T). Dicha salida continúa hasta la línea 223, al final de dicho formato se da una distribución porcentual de todos los pozos analizados en cuanto a tipo de agua se refiere. El cuadro No. 3 muestra una parte del listado procesado.

De la línea 234 a la 248 se prepara el formato y se da la salida para un listado de todos los pozos en lo referente a la composición porcentual de los miliequivalentes de los principales componentes analizados en el agua (información guardada en el registro P). Esto servirá para facili-

tar la preparación de los diagramas de Piper y Durov. El cuadro No. 4 presenta un ejemplo de este listado. Finalmente (a partir de la línea 249 se da el formato de salida para dar un listado general de todos los pozos en lo referente a la calidad del agua para riego de acuerdo con Wilcox

y calcula su distribución porcentual. En el cuadro No. 5 se presenta una parte del formato mencionado.

CONCLUSIONES

El programa prueba ser de

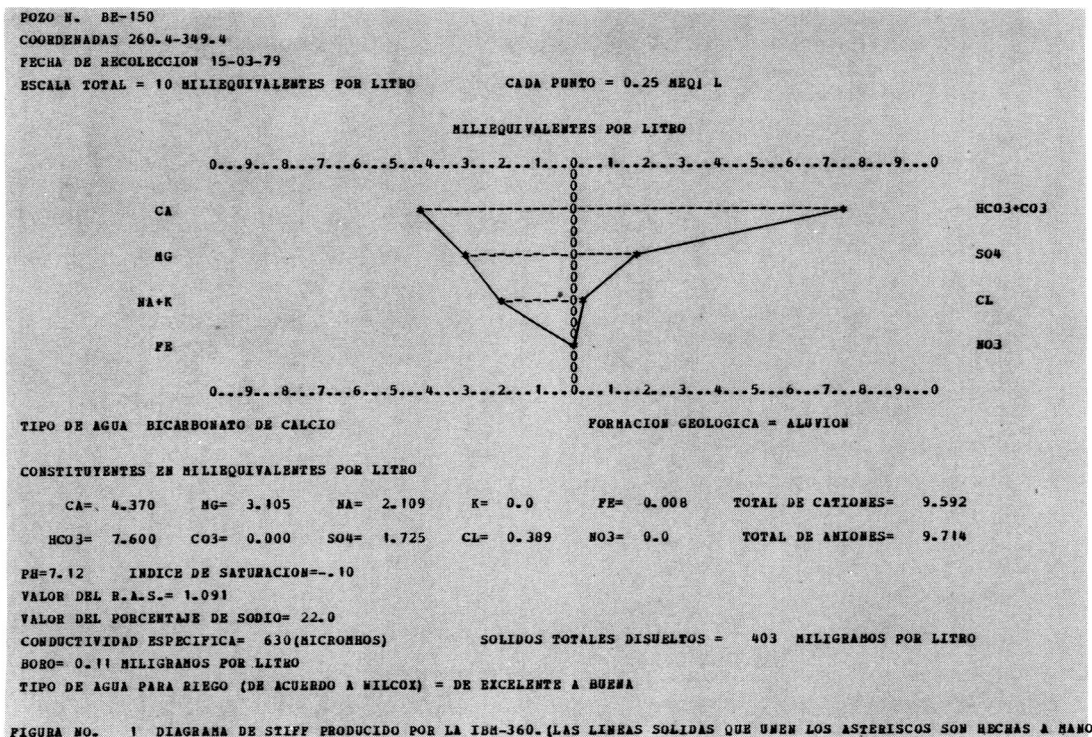
gran utilidad en el manejo de una gran cantidad de información proporcionada por los análisis físico químicos del agua y se presta además en sus diferentes secciones para ser acoplado a cualquier otro tipo de estudio que sobre el agua se quiera hacer.

CUADRO 1

```
DOS FORTRAN IV 3608-FO-479 3-8          MAINPGM          DATE 17/11/81          TIME 10.28.33          PAGE 0001
0001 DIMENSION MFI(24,81), B(4,2), T(150,37), SACT(132), NUM(10)
0002 DIMENSION RK(200), T200(1), RK(200), COST(5), P(150,13)
0003 READ (1,10) KERO, NUNTC, JAST, NATA, NADA
0004 10 FORMAT (5A1)
0005 READ (1,30) (NUN(I2), I2=1,9)
0006 30 FORMAT (10A1)
0007 READ (1,101) N
0008 101 FORMAT (13)
0009 KM = 0
0010 TMG = 0
0011 TCANG = 0
0012 TCA = 0
0013 1 READ (1,102) XD1, XD2, C1, C2, C3, FECH1, FECH2, DEPTH, TP1, TP2, COL, AN1,
    *AN2, FC1, FC2, FC3, RCANG, RCA, RK, RMA, RALC, RCL, RSQ4, RNO3, HIEMRO, BORO,
    *SILICE, PH, PSAT, KOND, TK, TURB, TPOZO, TAM
0014 102 FORMAT (2A3, 1E, 2A4, A5, 1E, 2A4, 1E, A4, 2A3, A4, 5A3, //, 8F5.3, 2F3.2, F4.1
    * 2F4.2, 1E, F4.1, F5.2, 2F4.1)
0015 N = RK + 1
0016 TCAT = RCANG + RK + RMA + (HIEMRO/18.6)
0017 TANION = RALC + RCL + RSQ4 + RNO3
0018 ZOCARB = RCANG
0019 IF (ZOCARB) 103, 103, 104
0020 103 ZOCARB = RCANG
0021 GO TO 105
0022 104 RCARB = RALC
0023 105 T(KM,1) = XD1
0024 T(KM,2) = XD2
0025 T(KM,3) = C1
0026 T(KM,4) = C2
0027 T(KM,5) = C3
0028 T(KM,6) = FECH1
0029 T(KM,7) = FECH2
0030 T(KM,8) = TMG
0031 T(KM,9) = DEPTH
0032 T(KM,10) = TPOZO
0033 T(KM,11) = RCANG * 50.05
0034 T(KM,12) = RCARB * 50.05
0035 T(KM,13) = ZOCARB * 50.05
0036 T(KM,14) = RCA * 20.04
0037 T(KM,15) = (RCANG - RCA) * 12.16
0038 T(KM,16) = RK * 39.102
0039 T(KM,17) = RMA * 22.99
0040 T(KM,18) = HIEMRO
0041 T(KM,19) = BORO
0042 T(KM,20) = RALC * 61.01
0043 T(KM,21) = RCL * 35.45
0044 T(KM,22) = RNO3 * 62
0045 T(KM,23) = RSQ4 * 48.03
0046 T(KM,24) = SILICE
0047 T(KM,25) = PH
0048 T(KM,26) = PSAT - PH
0049 T(KM,27) = KOND
0050 T(KM,28) = TK
0051 T(KM,29) = TURB
0052 T(KM,30) = TP1
0053 T(KM,31) = TP2
0054 T(KM,32) = COL
0055 T(KM,33) = AN1
0056 T(KM,34) = AN2
0057 T(KM,35) = FC1
0058 T(KM,36) = FC2
0059 T(KM,37) = FC3
0060 ISOL = T(KM,27) * 0.64
0061 SAR = RMA / SORT (RCANG / 2)
0062 PERCNA = ((RMA + RK) / (RCANG + RMA + RK)) * 100.
0063 R(2,1) = RCANG - RCA
0064 R(4,1) = HIEMRO / 18.6
0065 R(1,2) = RALC
0066 R(3,2) = RSQ4
0067 R(3,2) = RCL
0068 R(3,2) = RCL
0069 R(3,2) = RCL
0070 P(KM,1) = 100. * RMA / TCAT
0071 P(KM,2) = 100. * RK / TCAT
0072 P(KM,3) = 100. * RCA / TCAT
0073 P(KM,4) = 100. * R(2,1) / TCAT
0074
0075
```

```
DOS FORTRAN IV 3608-FO-479 3-8          MAINPGM          DATE 17/11/81          TIME 10.28.33          PAGE 0002
0076 1 K(KM,2) = P(KM,2) / P(KM,1)
0077 2 K(KM,3) = P(KM,3) / P(KM,1)
0078 3 K(KM,4) = P(KM,4) / P(KM,1)
0079 4 K(KM,5) = 100. * RCL / TANION
0080 5 K(KM,6) = 100. * RNO3 / TANION
0081 6 K(KM,7) = 100. * RSQ4 / TANION
0082 7 K(KM,8) = P(KM,8) / P(KM,1)
0083 8 K(KM,9) = P(KM,9) / P(KM,1)
0084 9 K(KM,10) = P(KM,10) / P(KM,1)
0085 10 K(KM,11) = P(KM,11) / P(KM,1)
0086 11 K(KM,12) = P(KM,12) / P(KM,1)
0087 12 K(KM,13) = P(KM,13) / P(KM,1)
0088 13 K(KM,14) = P(KM,14) / P(KM,1)
0089 14 K(KM,15) = P(KM,15) / P(KM,1)
0090 15 K(KM,16) = P(KM,16) / P(KM,1)
0091 16 K(KM,17) = P(KM,17) / P(KM,1)
0092 17 K(KM,18) = P(KM,18) / P(KM,1)
0093 18 K(KM,19) = P(KM,19) / P(KM,1)
0094 19 K(KM,20) = P(KM,20) / P(KM,1)
0095 20 K(KM,21) = P(KM,21) / P(KM,1)
0096 21 K(KM,22) = P(KM,22) / P(KM,1)
0097 22 K(KM,23) = P(KM,23) / P(KM,1)
0098 23 K(KM,24) = P(KM,24) / P(KM,1)
0099 24 K(KM,25) = P(KM,25) / P(KM,1)
0100 25 K(KM,26) = P(KM,26) / P(KM,1)
0101 26 K(KM,27) = P(KM,27) / P(KM,1)
0102 27 K(KM,28) = P(KM,28) / P(KM,1)
0103 28 K(KM,29) = P(KM,29) / P(KM,1)
0104 29 K(KM,30) = P(KM,30) / P(KM,1)
0105 30 K(KM,31) = P(KM,31) / P(KM,1)
0106 31 K(KM,32) = P(KM,32) / P(KM,1)
0107 32 K(KM,33) = P(KM,33) / P(KM,1)
0108 33 K(KM,34) = P(KM,34) / P(KM,1)
0109 34 K(KM,35) = P(KM,35) / P(KM,1)
0110 35 K(KM,36) = P(KM,36) / P(KM,1)
0111 36 K(KM,37) = P(KM,37) / P(KM,1)
0112 37 K(KM,38) = P(KM,38) / P(KM,1)
0113 38 K(KM,39) = P(KM,39) / P(KM,1)
0114 39 K(KM,40) = P(KM,40) / P(KM,1)
0115 40 K(KM,41) = P(KM,41) / P(KM,1)
0116 41 K(KM,42) = P(KM,42) / P(KM,1)
0117 42 K(KM,43) = P(KM,43) / P(KM,1)
0118 43 K(KM,44) = P(KM,44) / P(KM,1)
0119 44 K(KM,45) = P(KM,45) / P(KM,1)
0120 45 K(KM,46) = P(KM,46) / P(KM,1)
0121 46 K(KM,47) = P(KM,47) / P(KM,1)
0122 47 K(KM,48) = P(KM,48) / P(KM,1)
0123 48 K(KM,49) = P(KM,49) / P(KM,1)
0124 49 K(KM,50) = P(KM,50) / P(KM,1)
0125 50 K(KM,51) = P(KM,51) / P(KM,1)
0126 51 K(KM,52) = P(KM,52) / P(KM,1)
0127 52 K(KM,53) = P(KM,53) / P(KM,1)
0128 53 K(KM,54) = P(KM,54) / P(KM,1)
0129 54 K(KM,55) = P(KM,55) / P(KM,1)
0130 55 K(KM,56) = P(KM,56) / P(KM,1)
0131 56 K(KM,57) = P(KM,57) / P(KM,1)
0132 57 K(KM,58) = P(KM,58) / P(KM,1)
0133 58 K(KM,59) = P(KM,59) / P(KM,1)
0134 59 K(KM,60) = P(KM,60) / P(KM,1)
0135 60 K(KM,61) = P(KM,61) / P(KM,1)
0136 61 K(KM,62) = P(KM,62) / P(KM,1)
0137 62 K(KM,63) = P(KM,63) / P(KM,1)
0138 63 K(KM,64) = P(KM,64) / P(KM,1)
0139 64 K(KM,65) = P(KM,65) / P(KM,1)
0140 65 K(KM,66) = P(KM,66) / P(KM,1)
0141 66 K(KM,67) = P(KM,67) / P(KM,1)
0142 67 K(KM,68) = P(KM,68) / P(KM,1)
0143 68 K(KM,69) = P(KM,69) / P(KM,1)
0144 69 K(KM,70) = P(KM,70) / P(KM,1)
0145 70 K(KM,71) = P(KM,71) / P(KM,1)
0146 71 K(KM,72) = P(KM,72) / P(KM,1)
0147 72 K(KM,73) = P(KM,73) / P(KM,1)
0148 73 K(KM,74) = P(KM,74) / P(KM,1)
0149 74 K(KM,75) = P(KM,75) / P(KM,1)
0150 75 K(KM,76) = P(KM,76) / P(KM,1)
0151 76 K(KM,77) = P(KM,77) / P(KM,1)
0152 77 K(KM,78) = P(KM,78) / P(KM,1)
0153 78 K(KM,79) = P(KM,79) / P(KM,1)
0154 79 K(KM,80) = P(KM,80) / P(KM,1)
0155 80 K(KM,81) = P(KM,81) / P(KM,1)
0156 81 K(KM,82) = P(KM,82) / P(KM,1)
0157 82 K(KM,83) = P(KM,83) / P(KM,1)
0158 83 K(KM,84) = P(KM,84) / P(KM,1)
0159 84 K(KM,85) = P(KM,85) / P(KM,1)
0160 85 K(KM,86) = P(KM,86) / P(KM,1)
0161 86 K(KM,87) = P(KM,87) / P(KM,1)
0162 87 K(KM,88) = P(KM,88) / P(KM,1)
0163 88 K(KM,89) = P(KM,89) / P(KM,1)
0164 89 K(KM,90) = P(KM,90) / P(KM,1)
0165 90 K(KM,91) = P(KM,91) / P(KM,1)
0166 91 K(KM,92) = P(KM,92) / P(KM,1)
0167 92 K(KM,93) = P(KM,93) / P(KM,1)
0168 93 K(KM,94) = P(KM,94) / P(KM,1)
0169 94 K(KM,95) = P(KM,95) / P(KM,1)
0170 95 K(KM,96) = P(KM,96) / P(KM,1)
0171 96 K(KM,97) = P(KM,97) / P(KM,1)
0172 97 K(KM,98) = P(KM,98) / P(KM,1)
0173 98 K(KM,99) = P(KM,99) / P(KM,1)
0174 99 K(KM,100) = P(KM,100) / P(KM,1)
0175 100 K(KM,101) = P(KM,101) / P(KM,1)
0176 101 K(KM,102) = P(KM,102) / P(KM,1)
0177 102 K(KM,103) = P(KM,103) / P(KM,1)
0178 103 K(KM,104) = P(KM,104) / P(KM,1)
0179 104 K(KM,105) = P(KM,105) / P(KM,1)
0180 105 K(KM,106) = P(KM,106) / P(KM,1)
0181 106 K(KM,107) = P(KM,107) / P(KM,1)
0182 107 K(KM,108) = P(KM,108) / P(KM,1)
0183 108 K(KM,109) = P(KM,109) / P(KM,1)
0184 109 K(KM,110) = P(KM,110) / P(KM,1)
0185 110 K(KM,111) = P(KM,111) / P(KM,1)
0186 111 K(KM,112) = P(KM,112) / P(KM,1)
0187 112 K(KM,113) = P(KM,113) / P(KM,1)
0188 113 K(KM,114) = P(KM,114) / P(KM,1)
0189 114 K(KM,115) = P(KM,115) / P(KM,1)
0190 115 K(KM,116) = P(KM,116) / P(KM,1)
0191 116 K(KM,117) = P(KM,117) / P(KM,1)
0192 117 K(KM,118) = P(KM,118) / P(KM,1)
0193 118 K(KM,119) = P(KM,119) / P(KM,1)
0194 119 K(KM,120) = P(KM,120) / P(KM,1)
0195 120 K(KM,121) = P(KM,121) / P(KM,1)
0196 121 K(KM,122) = P(KM,122) / P(KM,1)
0197 122 K(KM,123) = P(KM,123) / P(KM,1)
0198 123 K(KM,124) = P(KM,124) / P(KM,1)
0199 124 K(KM,125) = P(KM,125) / P(KM,1)
0200 125 K(KM,126) = P(KM,126) / P(KM,1)
0201 126 K(KM,127) = P(KM,127) / P(KM,1)
0202 127 K(KM,128) = P(KM,128) / P(KM,1)
0203 128 K(KM,129) = P(KM,129) / P(KM,1)
0204 129 K(KM,130) = P(KM,130) / P(KM,1)
0205 130 K(KM,131) = P(KM,131) / P(KM,1)
0206 131 K(KM,132) = P(KM,132) / P(KM,1)
0207 132 K(KM,133) = P(KM,133) / P(KM,1)
0208 133 K(KM,134) = P(KM,134) / P(KM,1)
0209 134 K(KM,135) = P(KM,135) / P(KM,1)
0210 135 K(KM,136) = P(KM,136) / P(KM,1)
0211 136 K(KM,137) = P(KM,137) / P(KM,1)
0212 137 K(KM,138) = P(KM,138) / P(KM,1)
0213 138 K(KM,139) = P(KM,139) / P(KM,1)
0214 139 K(KM,140) = P(KM,140) / P(KM,1)
0215 140 K(KM,141) = P(KM,141) / P(KM,1)
0216 141 K(KM,142) = P(KM,142) / P(KM,1)
0217 142 K(KM,143) = P(KM,143) / P(KM,1)
0218 143 K(KM,144) = P(KM,144) / P(KM,1)
0219 144 K(KM,145) = P(KM,145) / P(KM,1)
0220 145 K(KM,146) = P(KM,146) / P(KM,1)
0221 146 K(KM,147) = P(KM,147) / P(KM,1)
0222 147 K(KM,148) = P(KM,148) / P(KM,1)
0223 148 K(KM,149) = P(KM,149) / P(KM,1)
0224 149 K(KM,150) = P(KM,150) / P(KM,1)
0225 150 K(KM,151) = P(KM,151) / P(KM,1)
0226 151 K(KM,152) = P(KM,152) / P(KM,1)
0227 152 K(KM,153) = P(KM,153) / P(KM,1)
0228 153 K(KM,154) = P(KM,154) / P(KM,1)
0229 154 K(KM,155) = P(KM,155) / P(KM,1)
0230 155 K(KM,156) = P(KM,156) / P(KM,1)
0231 156 K(KM,157) = P(KM,157) / P(KM,1)
0232 157 K(KM,158) = P(KM,158) / P(KM,1)
0233 158 K(KM,159) = P(KM,159) / P(KM,1)
0234 159 K(KM,160) = P(KM,160) / P(KM,1)
0235 160 K(KM,161) = P(KM,161) / P(KM,1)
0236 161 K(KM,162) = P(KM,162) / P(KM,1)
0237 162 K(KM,163) = P(KM,163) / P(KM,1)
0238 163 K(KM,164) = P(KM,164) / P(KM,1)
0239 164 K(KM,165) = P(KM,165) / P(KM,1)
0240 165 K(KM,166) = P(KM,166) / P(KM,1)
0241 166 K(KM,167) = P(KM,167) / P(KM,1)
0242 167 K(KM,168) = P(KM,168) / P(KM,1)
0243 168 K(KM,169) = P(KM,169) / P(KM,1)
0244 169 K(KM,170) = P(KM,170) / P(KM,1)
0245 170 K(KM,171) = P(KM,171) / P(KM,1)
0246 171 K(KM,172) = P(KM,172) / P(KM,1)
0247 172 K(KM,173) = P(KM,173) / P(KM,1)
0248 173 K(KM,174) = P(KM,174) / P(KM,1)
0249 174 K(KM,175) = P(KM,175) / P(KM,1)
0250 175 K(KM,176) = P(KM,176) / P(KM,1)
0251 176 K(KM,177) = P(KM,177) / P(KM,1)
0252 177 K(KM,178) = P(KM,178) / P(KM,1)
0253 178 K(KM,179) = P(KM,179) / P(KM,1)
0254 179 K(KM,180) = P(KM,180) / P(KM,1)
0255 180 K(KM,181) = P(KM,181) / P(KM,1)
0256 181 K(KM,182) = P(KM,182) / P(KM,1)
0257 182 K(KM,183) = P(KM,183) / P(KM,1)
0258 183 K(KM,184) = P(KM,184) / P(KM,1)
0259 184 K(KM,185) = P(KM,185) / P(KM,1)
0260 185 K(KM,186) = P(KM,186) / P(KM,1)
0261 186 K(KM,187) = P(KM,187) / P(KM,1)
0262 187 K(KM,188) = P(KM,188) / P(KM,1)
0263 188 K(KM,189) = P(KM,189) / P(KM,1)
0264 189 K(KM,190) = P(KM,190) / P(KM,1)
0265 190 K(KM,191) = P(KM,191) / P(KM,1)
0266 191 K(KM,192) = P(KM,192) / P(KM,1)
0267 192 K(KM,193) = P(KM,193) / P(KM,1)
0268 193 K(KM,194) = P(KM,194) / P(KM,1)
0269 194 K(KM,195) = P(KM,195) / P(KM,1)
0270 195 K(KM,196) = P(KM,196) / P(KM,1)
0271 196 K(KM,197) = P(KM,197) / P(KM,1)
0272 197 K(KM,198) = P(KM,198) / P(KM,1)
0273 198 K(KM,199) = P(KM,199) / P(KM,1)
0274 199 K(KM,200) = P(KM,200) / P(KM,1)
0275 200 K(KM,201) = P(KM,201) / P(KM,1)
0276 201 K(KM,202) = P(KM,202) / P(KM,1)
0277 202 K(KM,203) = P(KM,203) / P(KM,1)
0278 203 K(KM,204) = P(KM,204) / P(KM,1)
0279 204 K(KM,205) = P(KM,205) / P(KM,1)
0280 205 K(KM,206) = P(KM,206) / P(KM,1)
0281 206 K(KM,207) = P(KM,207) / P(KM,1)
0282 207 K(KM,208) = P(KM,208) / P(KM,1)
0283 208 K(KM,209) = P(KM,209) / P(KM,1)
0284 209 K(KM,210) = P(KM,210) / P(KM,1)
0285 210 K(KM,211) = P(KM,211) / P(KM,1)
0286 211 K(KM,212) = P(KM,212) / P(KM,1)
0287 212 K(KM,213) = P(KM,213) / P(KM,1)
0288 213 K(KM,214) = P(KM,214) / P(KM,1)
0289 214 K(KM,215) = P(KM,215) / P(KM,1)
0290 215 K(KM,216) = P(KM,216) / P(KM,1)
0291 216 K(KM,217) = P(KM,217) / P(KM,1)
0292 217 K(KM,218) = P(KM,218) / P(KM,1)
0293 218 K(KM,219) = P(KM,219) / P(KM,1)
0294 219 K(KM,220) = P(KM,220) / P(KM,1)
0295 220 K(KM,221) = P(KM,221) / P(KM,1)
0296 221 K(KM,222) = P(KM,222) / P(KM,1)
0297 222 K(KM,223) = P(KM,223) / P(KM,1)
0298 223 K(KM,224) = P(KM,224) / P(KM,1)
0299 224 K(KM,225) = P(KM,225) / P(KM,1)
0300 225 K(KM,226) = P(KM,226) / P(KM,1)
0301 226 K(KM,227) = P(KM,227) / P(KM,1)
0302 227 K(KM,228) = P(KM,228) / P(KM,1)
0303 228 K(KM,229) = P(KM,229) / P(KM,1)
0304 229 K(KM,230) = P(KM,230) / P(KM,1)
0305 230 K(KM,231) = P(KM,231) / P(KM,1)
0306 231 K(KM,232) = P(KM,232) / P(KM,1)
0307 232 K(KM,233) = P(KM,233) / P(KM,1)
0308 233 K(KM,234) = P(KM,234) / P(KM,1)
0309 234 K(KM,235) = P(KM,235) / P(KM,1)
0310 235 K(KM,236) = P(KM,236) / P(KM,1)
0311 236 K(KM,237) = P(KM,237) / P(KM,1)
0312 237 K(KM,238) = P(KM,238) / P(KM,1)
0313 238 K(KM,239) = P(KM,239) / P(KM,1)
0314 239 K(KM,240) = P(KM,240) / P(KM,1)
0315 240 K(KM,241) = P(KM,241) / P(KM,1)
0316 241 K(KM,242) = P(KM,242) / P(KM,1)
0317 242 K(KM,243) = P(KM,243) / P(KM,1)
0318 243 K(KM,244) = P(KM,244) / P(KM,1)
0319 244 K(KM,245) = P(KM,245) / P(KM,1)
0320 245 K(KM,246) = P(KM,246) / P(KM,1)
0321 246 K(KM,247) = P(KM,247) / P(KM,1)
0322 247 K(KM,248) = P(KM,248) / P(KM,1)
0323 248 K(KM,249) = P(KM,249) / P(KM,1)
0324 249 K(KM,250) = P(KM,250) / P(KM,1)
0325 250 K(KM,251) = P(KM,251) / P(KM,1)
0326 251 K(KM,252) = P(KM,252) / P(KM,1)
0327 252 K(KM,253) = P(KM,253) / P(KM,1)
0328 253 K(KM,254) = P(KM,254) / P(KM,1)
0329 254 K(KM,255) = P(KM,255) / P(KM,1)
0330 255 K(KM,256) = P(KM,256) / P(KM,1)
0331 256 K(KM,257) = P(KM,257) / P(KM,1)
0332 257 K(KM,258) = P(KM,258) / P(KM,1)
0333 258 K(KM,259) = P(KM,259) / P(KM,1)
0334 259 K(KM,260) = P(KM,260) / P(KM,1)
0335 260 K(KM,261) = P(KM,261) / P(KM,1)
0336 261 K(KM,262) = P(KM,262) / P(KM,1)
0337 262 K(KM,263) = P(KM,263) / P(KM,1)
0338 263 K(KM,264) = P(KM,264) / P(KM,1)
0339 264 K(KM,265) = P(KM,265) / P(KM,1)
0340 265 K(KM,266) = P(KM,266) / P(KM,1)
0341 266 K(KM,267) = P(KM,267) / P(KM,1)
0342 267 K(KM,268) = P(KM,268) / P(KM,1)
0343 268 K(KM,269) = P(KM,269) / P(KM,1)
0344 269 K(KM,270) = P(KM,270) / P(KM,1)
0345 270 K(KM,271) = P(KM,271) / P(KM,1)
0346 271 K(KM,272) = P(KM,272) / P(KM,1)
0347 272 K(KM,273) = P(KM,273) / P(KM,1)
0348 273 K(KM,274) = P(KM,274) / P(KM,1)
0349 274 K(KM,275) = P(KM,275) / P(KM,1)
0350 275 K(KM,276) = P(KM,276) / P(KM,1)
0351 276 K(KM,277) = P(KM,277) / P(KM,1)
0352 277 K(KM,278) = P(KM,278) / P(KM,1)
0353 278 K(KM,279) = P(KM,279) / P(KM,1)
0354 279 K(KM,280) = P(KM,280) / P(KM,1)
0355 280 K(KM,281) = P(KM,281) / P(KM,1)
0356 281 K(KM,282) = P(KM,282) / P(KM,1)
0357 282 K(KM,283) = P(KM,283) / P(KM,1)
0358 283 K(KM,284) = P(KM,284) / P(KM,1)
0359 284 K(KM,285) = P(KM,285) / P(KM,1)
0360 285 K(KM,286) = P(KM,286) / P(KM,1)
0361 286 K(KM,287) = P(KM,287) / P(KM,1)
0362 287 K(KM,288) = P(KM,288) / P(KM,1)
0363 288 K(KM,289) = P(KM,289) / P(KM,1)
0364 289 K(KM,290) = P(KM,290) / P(KM,1)
0365 290 K(KM,291) = P(KM,291) / P(KM,1)
0366 291 K(KM,292) = P(KM,292) / P(KM,1)
0367 292 K(KM,293) = P(KM,293) / P(KM,1)
0368 293 K(KM,294) = P(KM,294) / P(KM,1)
0369 294 K(KM,295) = P(KM,295) / P(KM,1)
0370 295 K(KM,296) = P(KM,296) / P(KM,1)
0371 296 K(KM,297) = P(KM,297) / P(KM,1)
0372 297 K(KM,298) = P(KM,298) / P(KM,1)
0373 298 K(KM,299) = P(KM,299) / P(KM,1)
0374 299 K(KM,300) = P(KM,300) / P(KM,1)
0375 300 K(KM,301) = P(KM,301) / P(KM,1)
0376 301 K(KM,302) = P(KM,302) / P(KM,1)
0377 302 K(KM,303) = P(KM,303) / P(KM,1)
0378 303 K(KM,304) = P(KM,304) / P(KM,1)
0379 304 K(KM,305) = P(KM,305) / P(KM,1)
0380 305 K(KM,306) = P(KM,306) / P(KM,1)
0381 306 K(KM,307) = P(KM,307) / P(KM,1)
0382 307 K(KM,308) = P(KM,308) / P(KM,1)
0383 308 K(KM,309) = P(KM,309) / P(KM,1)
0384 309 K(KM,310) = P(KM,310) / P(KM,1)
0385 310 K(KM,311) = P(KM,311) / P(KM,1)
0386 311 K(KM,312) = P(KM,312) / P(KM,1)
0387 312 K(KM,313) = P(KM,313) / P(KM,1)
0388 313 K(KM,314) = P(KM,314) / P(KM,1)
0389 314 K(KM,315) = P(KM,315) / P(KM,1)
0390 315 K(KM,316) = P(KM,316) / P(KM,1)
0391 316 K(KM,317) = P(KM,317) / P(KM,1)
0392 317 K(KM,318) = P(KM,318) / P(KM,1)
0393 318 K(KM,319) = P(KM,319) / P(KM,1)
0394 319 K(KM,320) = P(KM,320) / P(KM,1)
0395 320 K(KM,321) = P(KM,321) / P(KM,1)
0396 321 K(KM,322) = P(KM,322) / P(KM,1)
039
```

continución CUADRO 1

[illegible]

CUADRO 2

CUADRO 3

ANALISIS DE AGUAS DE POZO EN LA CUENCA DE LAS CAJAS, GUANACASTE CONSTITUYENTES DISUELTOS EN PARTES POR MILLON TABLA N. 4																
POZO NO.	COORDENADA	FORMACION GEOLOGICA	FECHA DE RECOLECCION	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	NIVEL ESTÁTICO	TEMPERATURA POZO (°C)	DUREZA COMO CaCO3									
							TOTAL	CARBO-NATADA	NO CARBO-NATADA	CALCIO	MAGNESIO	POTASIO	SODIO	HIERRO	BORO	
DI-142	249.6-348.9	ALUVION	30-05-79	26.9		28.0	134.1	125.1	9.0	30.1	14.3	0.0		9.4	0.0	0.13
DI-007	257.2-354.4	C. NICOTA	30-05-79	26.9		29.0	286.3	286.3	0.0	67.1	28.8	0.0		21.8	0.0	0.14
DI-001	257.0-347.8	C. NICOTA	30-05-79	26.9		28.0	240.2	240.2	0.0	63.1	20.1	0.0		15.9	0.0	0.14
DI-119	251.4-349.4	ALUVION	30-05-79	26.9		29.0	175.2	145.1	30.0	48.1	13.4	0.0		14.0	0.0	0.10
DI-009	250.8-352.7	ALUVION	30-05-79	26.9		29.0	172.7	165.2	7.5	43.1	15.8	0.0		10.1	0.0	0.14
DI-141	250.1-349.3	P. RIVAS	30-05-79	26.9		29.0	125.1	113.6	11.5	29.1	12.8	0.0		10.1	0.0	0.16
DI-086	253.6-348.6	ALUVION	30-05-79	26.9		29.0	135.1	135.1	0.0	33.1	12.8	0.0		9.2	0.0	0.11
DI-002	256.2-348.6	ALUVION	30-05-79	26.9		29.0	190.2	190.2	0.0	44.1	19.5	0.0		13.1	0.0	0.14

CONTINUACION TABLA N. 4

POZO NO.	BICAR-BONATO	CLO-RURO	NI-TRATO	SUL-FATO	SILICE	PH	INDICE DE SATURACION	CONDUCTIVIDAD ESPECIFICA (MICRONBUOS)	TURBIDIDAD	TIPO POZO	COLECCION (*)	ANALISTA (**)
DI-142	152.5	7.1	5.2	4.2	106.8	7.00	0.0	300. (22.-.C)	0.70	CONST.	D.C.	U.C.R.
DI-007	367.3	12.8	3.3	9.7	108.7	7.05	-0.05	600. (22.-.C)	1.20	CONST.	D.C.	U.C.R.
DI-001	305.0	9.9	2.4	5.2	110.6	7.05	-0.05	500. (22.-.C)	1.70	CONST.	D.C.	U.C.R.
DI-119	176.9	9.9	19.8	8.2	91.8	7.10	0.0	400. (22.-.C)	0.50	CONST.	D.C.	U.C.R.
DI-009	201.3	7.1	3.9	4.2	120.6	7.05	-0.05	350. (22.-.C)	0.60	CONST.	D.C.	U.C.R.
DI-141	138.5	5.7	2.8	4.0	99.7	7.00	0.0	275. (22.-.C)	1.50	CONST.	D.C.	U.C.R.
DI-086	164.7	5.7	2.8	4.0	95.5	7.00	0.0	300. (22.-.C)	0.35	PERF.	D.C.	U.C.R.
DI-002	244.0	5.0	2.7	3.6	112.6	7.05	-0.05	400. (22.-.C)	0.30	CONST.	D.C.	U.C.R.

(*) = D.C. DONALD CABALCETA (SENAS), J.H. JORGE HERRERA (SENAS), JCHS JORGE CHACON (J.C.R.)
(**) ANALISIS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL, ESCUELA DE QUIMICA, DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE TIPOS DE AGUAS
TOTAL DE POZOS= 116
BICARBONATO DE MAGNESIO= 1.72
BICARBONATO DE CALCIO Y MAGNESIO= 0.0
BICARBONATO DE CALCIO= 98.28

CUADRO 4

POZO N.	CATIONES						ANIONES				
	NA	K	CA	MG	NA+K	CA+MG	HCO ₃ +CO ₃	CL	NO ₃	SO ₄	CL+NO ₃ +SO ₄
DI-142	13.27	0.0	48.54	38.19	13.27	86.73	87.05	6.96	2.92	3.06	12.95
DI-007	14.24	0.0	50.22	35.53	14.24	85.76	90.72	5.42	0.81	3.04	9.28
DI-001	12.57	0.0	57.38	30.05	12.57	87.43	92.13	5.16	0.72	1.99	7.87
DI-119	14.84	0.0	58.39	26.76	14.84	85.16	79.02	7.63	8.69	4.66	20.98
DI-009	11.31	0.0	55.27	33.42	11.31	88.69	90.39	5.48	1.73	2.41	9.61
DI-141	14.97	0.0	49.32	35.71	14.97	85.03	88.74	6.25	1.76	3.24	11.26
DI-086	12.90	0.0	53.23	33.87	12.90	87.10	90.36	5.35	1.51	2.78	9.64
DI-002	13.04	0.0	50.34	36.61	13.04	86.96	93.94	3.29	1.01	1.76	6.06
DI-139	13.63	0.0	57.18	29.20	13.63	86.37	81.94	5.65	8.28	4.13	18.06
DI-097	14.41	0.0	44.89	40.71	14.41	85.59	88.25	3.71	6.76	1.28	11.75
DI-106	12.99	0.0	53.92	33.09	12.99	87.01	93.52	3.13	1.83	1.52	6.48
DI-177	11.31	0.0	51.41	37.28	11.31	88.69	89.08	5.60	3.00	2.32	10.92
DI-133	11.53	0.0	50.94	37.53	11.53	88.47	89.56	5.60	2.99	1.85	10.44
DI-002	13.25	0.0	57.83	28.92	13.25	86.75	90.32	3.71	3.94	2.04	9.68
DI-025	12.79	0.0	48.84	38.37	12.79	87.21	88.61	6.14	3.88	1.37	11.39
BE-157	10.67	0.0	49.63	39.70	10.67	89.33	88.08	4.89	4.87	2.15	11.92
DI-021	12.47	0.0	50.33	37.20	12.47	87.53	90.99	4.88	2.84	1.29	9.01
DI-121	11.88	0.0	56.07	32.04	11.88	88.12	90.14	4.64	3.09	2.14	9.86
DI-070	10.49	0.0	54.99	34.53	10.49	89.51	91.31	4.12	3.50	1.08	8.69
DI-019	10.98	0.0	68.29	20.73	10.98	89.02	91.65	3.47	3.44	1.44	8.35

CUADRO 5

CLASIFICACION DE AGUAS DE IRRIGACION, DE ACUERDO A WILCOX											
CLASES											
1= DE EXCELENTE A BUENA											
2= DE BUENA A PERMISIBLE											
3= DE PERMISIBLE A DUDOSA											
4= DE DUDOSA A INADECUADA											
5= INACEPTABLE											
POZO N.	PORCENTAJE DE SODIO	CONDUCTIVIDAD ESPECIFICA (MICROHMOS)	CLASE	POZO N.	PORCENTAJE DE SODIO	CONDUCTIVIDAD ESPECIFICA (MICROHMOS)	CLASE	POZO N.	PORCENTAJE DE SODIO	CONDUCTIVIDAD ESPECIFICA (MICROHMOS)	CLASE
DI-096	8.15	400	1	DI-137	9.65	450	1	DI-027	13.15	400	1
BE-142	15.26	300	1	DI-013	11.43	400	1	DI-179	10.13	650	1
BE-014	11.25	600	1	DI-023	9.30	375	1	DI-185	11.54	425	1
DI-187	11.04	600	1	DI-014	6.59	375	1	DI-182	14.00	375	1
DI-010	17.04	425	1	DI-101	14.77	425	1	DI-104	11.04	425	1
DI-099	17.40	425	1	DI-074	18.15	475	1	DI-100	16.19	400	1
DI-111	21.70	350	1	DI-184	10.55	550	1	DI-108	11.20	350	1
DI-097	14.44	425	1	BE-115	9.60	750	2	BE-147	9.95	450	1
BE-134	13.67	325	1	BE-156	12.85	550	1	BE-149	9.47	775	2
BE-141	11.80	375	1	BE-008	11.38	375	1	BE-150	10.99	650	1
BE-017	12.47	425	1	BE-140	11.17	325	1	DI-154	13.29	325	1
DI-142	13.27	300	1	DI-007	14.24	600	1	DI-001	12.57	500	1
DI-119	14.84	400	1	DI-009	11.31	350	1	DI-141	14.97	275	1
DI-086	12.90	300	1	DI-002	13.04	400	1	DI-139	13.63	400	1
DI-097	14.41	425	1	DI-106	12.99	375	1	DI-177	11.31	350	1
DI-133	11.53	350	1	DI-002	13.25	400	1	DI-025	12.79	400	1
BE-157	10.67	375	1	DI-021	12.47	425	1	DI-121	11.88	350	1
DI-070	10.49	350	1	DI-019	10.98	375	1				
TIPO= 1	PORCENTAJE= 98.28										
TIPO= 2	PORCENTAJE= 1.72										
TIPO= 3	PORCENTAJE= 0.0										
TIPO= 4	PORCENTAJE= 0.0										
TIPO= 5	PORCENTAJE= 0.0										

LITERATURA CONSULTADA

1. Biswas, A.K. "Systems Approach to Water Management". **Bull. Int. Comm. Drain.** New Delhi. Jan 1975. pp 12-19.
2. Chacón, S. J.; Chacón S.B. y Rodríguez A., "Evaluación Química del Agua Subterránea en la Cuenca Superior del Río Cañas, Guanacaste", **Ingeniería y Ciencia Química**, 1 (5) 8, 1981.
3. Beedr, G. **Fortran IV Chemistry**. Londres: John Wiley, 1975.
4. Boguslavsky, B.W. **Elementary computer programming in Fortran IV**. Virginia: Reston Publishing, 1974.
5. Morgan, C.O., Dingman, R.J. y Mc. Nellis, J.M., "Digital computer methods for water-quality data", **Groundwater** 4, (3). 1966.
6. Unesco. **Ground water studies**. Paris: Unesco, 1977.
7. Stuart, F. **Watfor, Watfiv, Fortran Programming**. New York: John Wiley, 1971.
8. Heras, R. **Hidrología y recursos hidráulicos**. Tomo II. Madrid: Dir. General de Obras Hidráulicas, Centro de Estudios Hidrográficos, 1976.