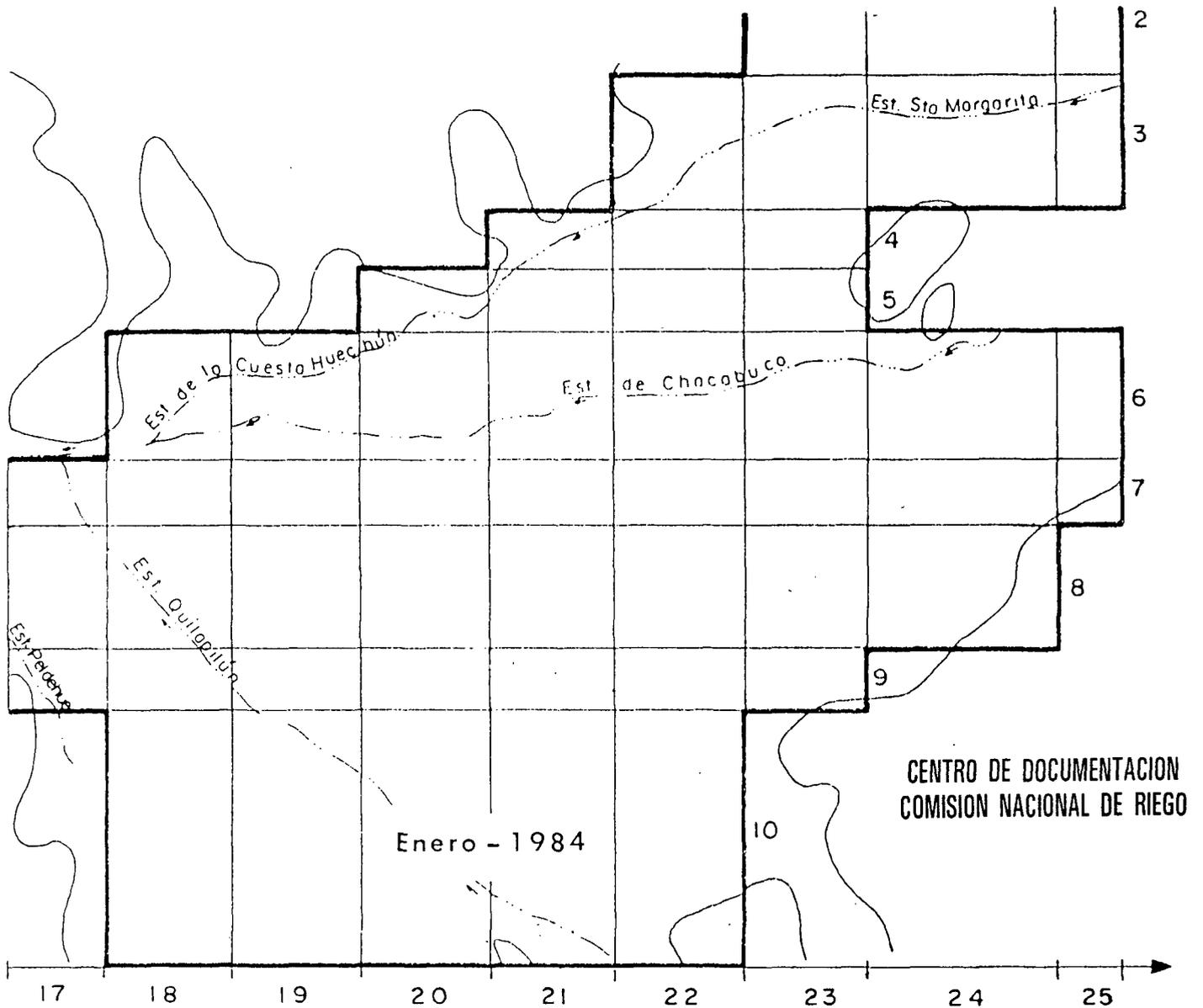


MODELO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA CHACABUCO - POLPAICO



COMISION NACIONAL DE RIEGO

MODELO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA

CHACABUCO - POLPAICO

ENERO 1984

I N D I C E

	<u>Pág.</u>
1.- INTRODUCCION Y OBJETO DEL MODELO	
1.1 INTRODUCCION	1
1.2 OBJETO DEL MODELO	2
2.- SELECCION DEL MODELO A EMPLEAR	3
3.- DISCRETIZACION Y CONDICIONES DE BORDE	
3.1 DISCRETIZACION ESPACIAL	5
3.2 DISCRETIZACION TEMPORAL	6
3.3 CONDICIONES DE BORDE	7
4.- PREPARACION DEL MODELO MATEMATICO	
4.1 INTRODUCCION	8
4.2 DEFINICION DE VARIABLES Y PARAMETROS	9
4.2.1 Datos Generales	9
4.2.2 Datos sobre mallas exteriores	11
4.2.3 Datos para el contraste piezométrico	12
4.2.4 Datos para la simulación de la relación río - acuífero	13
4.2.5 Datos sobre vertientes	14
4.2.6 Datos sobre bombeos e infiltraciones	15
4.3 FORMATO DE ENTRADA DE DATOS	16

	<u>Pág.</u>
5.- DATOS DE ENTRADA	
5.1 ASPECTOS GENERALES	22
5.2 PIEZOMETRIA INICIAL	23
5.3 VALORES DE T Y S	25
5.3.1 Valores de T	25
5.3.2 Valores de S	26
5.4 CONDICIONES TOPOGRAFICAS	27
5.5 INFILTRACIONES POR REGADIO	27
5.6 INFILTRACIONES POR LLUVIAS	30
5.7 EXTRACCION POR BOMBEO	32
6.- PROCESO DE AJUSTE	
6.1 INTRODUCCION	41
6.2 RELACION DE PASADAS	44
6.2.1 Pasada N° 1	44
6.2.2 Pasada N° 2	49
6.2.3 Pasada N° 3	55
6.2.4 Pasada N° 4	60
6.2.5 Pasada N° 5	66
6.2.6 Pasada N° 6	73
6.2.7 Pasada N° 7	80
6.2.8 Pasada N° 8	89
6.3 CONCLUSIONES	
6.3.1 Esquema de funcionamiento del acuífero	98
6.3.2 Proposición de Pasadas de Simulación	111
6.3.3 Sugerencias para la recopilación de antecedentes del acuífero	112

	<u>Pág.</u>
7.- PROCESO DE SIMULACION	
7.1 INTODUCCION	114
7.2 METODOLOGIA DE CALCULO	115
7.3 RELACION DE PASADAS	
7.3.1 Pasada de Simulación N° 1	127
7.3.2 Pasada de Simulación N° 2	136
8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
8.1 CONCLUSIONES	140
8.2 RECOMENDACIONES	142
ANEXO 1 : LISTADO DEL PROGRAMA DE COMPUTACION	143

1.-

1.- INTRODUCCION Y OBJETO DEL MODELO.-

1.1 Introducción.-

El acuífero de Chacabuco Polpaico, se encuentra localizado en el relleno aluvial de los ríos del mismo nombre, además de los esteros Quilapilún y Peldehue. Por su cercanía a Santiago, principal centro consumidor del país, y por la bondad de su clima, se ha ido desarrollando una floreciente agricultura, principalmente de carácter frutícola. Dado que sus ríos no tienen escurrimiento permanente, la agricultura de regadío ha debido establecerse con aguas traídas desde el río Aconcagua a través del Canal Chacabuco y además por medio de la extracción de agua subterránea.

La superficie regada actualmente alcanza a las 9.000 Hás.; sin embargo, existen años de déficit hidrológico en los que los recursos de agua superficial son insuficientes, lo cual unido al temor de la insuficiencia de los recursos de agua subterránea han creado un ambiente de inseguridad tanto en los usuarios como en la administración.

1.2 Objeto del modelo.-

El objeto del modelo es el de construir una herramienta de cálculo, por medio de un modelo matemático, que reproduzca en lo posible las condiciones de funcionamiento del embalse subterráneo, de tal modo de poder predecir el comportamiento del acuífero frente a diferentes condiciones de explotación.

La bondad de un modelo depende de la precisión de los datos de entrada y de la calidad, duración y actualidad de las medidas de terreno que sirven de contraste en el proceso de simulación.

Esto en la práctica se logra mediante un proceso dinámico en el que al primer ajuste de un modelo, le sigue un segundo con datos más precisos, y posteriormente se continúa calibrando de acuerdo con los datos obtenidos de la explotación misma del acuífero.

2.- SELECCION DEL MODELO A EMPLEAR.-

Existen en la actualidad una gran variedad de tipos de modelos hidrogeológicos que son aplicables para los fines que se persiguen. Los hay de tipo matemático o analógico, y dentro de los primeros los hay de régimen permanente y transitorio. En cada uno de éstos hay además varias estructuras matemáticas de simulación.

Para el caso del acuífero cuaternario del relleno aluvial de Chacabuco - Polpaico, se ha elegido un modelo matemático en régimen transitorio. Esto significa que todas las variables que intervienen son numéricas, que el proceso de cálculo se hace a nivel diario y en él intervienen todas las variables que conforman el acuífero, como asimismo todas las entradas y salidas de agua tanto naturales como artificiales.

El acuífero que se ha modelado es monocapa, de carácter libre y se ha simulado para flujo bidimensional. La resolución matemática del programa se basa en el Método de Prickett y Lonquistt, de acuerdo con el contenido de la publicación "Selected Digital Computs Techniques for Groundwater Resources Evaluation " - Illinois State Water Survey - 1972.

El programa SIMAC 1, preparado por nuestra empresa, ha introducido algunas modificaciones, entre las que destacan aquellas que se refieren a usar la existencia de vertientes como un factor de contraste con la realidad, al permitírsele funcionar como tal a cual-

4.-

quier malla. Así, por lo tanto, si el modelo indica vertiente donde no la hay, se procede a modificar sus características.

- Salidas gráficas de los piezómetros de contraste y los de simulación, lo que permite efectuar de inmediato las comparaciones.

- Impresión de los ascensos y descensos en cada malla para el período de simulación.

- Impresión del Balance Másico a nivel mensual con resumen anual, para cada una de las variables de entrada y salida.

3.- DISCRETIZACION Y CONDICIONES DE BORDE.-

3.1 Discretización Espacial.-

Para el planteamiento y resolución matemática del problema, se dividió el acuífero en 325 mallas rectangulares de dimensiones variables entre 25 y 200 Hás. de superficie. De estas mallas hay 278 activas y el resto están fuera de los bordes. Hay 25 columnas y 13 filas, orientadas estas últimas en la dirección aproximada del eje de los ríos.

Para la discretización se ha tenido en cuenta:

- La configuración física del acuífero, de acuerdo con el plano hidrogeológico base.
- La densidad de información existente previa a la confección del modelo.
- La posible explotación a que se le sometería al acuífero.
- La escala de trabajo adoptada (1:50.000).

3.2 Discretización Temporal.-

La discretización elegida es un mes, y de acuerdo con ello se ha analizado los datos de entrada referentes al Balance. El modelo calcula los movimientos de agua ocurridos, de acuerdo con las características hidrogeológicas y de funcionamiento y entrega las cifras mensuales del balance malla por malla.

Las razones que se han tenido para operar con esta discretización temporal son las siguientes:

- Existe una variación temporal de la demanda que es de tipo mensual y eventualmente diaria.
- Las infiltraciones provenientes del régimen de precipitaciones, localizadas en determinados meses del año.

3.3 Condiciones de borde.-

Se han distinguido tres condiciones a saber:

- Borde lateral impermeable.
- Borde lateral permeable.
- Situación de vertientes.
- Relación río acuífero.

El borde lateral impermeable se consideró al límite en el cual existía un afloramiento rocoso de tipo impermeable.

El borde lateral permeable es aquel que permite ingreso y salida de agua hacia y desde el acuífero y corresponde a una continuidad de material permeable, generalmente debido a un relleno de piedemonte o a la salida hacia otro acuífero distinto.

Las vertientes no se han reconocido en el sector, sin embargo se ha dejado en el modelo la posibilidad de que existan como elementos de contraste del mismo.

6
POR QUE?

4.- PREPARACION DEL MODELO MATEMATICO

4.1. Introducción.-

La preparación del modelo matemático, consiste en producir un programa de computación que sea capaz de reproducir las condiciones de funcionamiento del embalse subterráneo y que permita operarlo introduciendo en él diferentes condiciones de explotación.

Para ello se tomó como base la publicación N° 55 del año 1971 del Illinois State Water Survey de los autores T.A. Prickett y C.G. Lonquist titulada " Selected Digital Computer Techniques for Groundwater Resource Evaluation ".

Sobre dicha base se preparó un modelo llamado SIMAC 1, adecuado por nuestra empresa para ser empleado en las simulaciones hidrogeológicas del embalse subterráneo de Chacabuco Polpaico, labor que se cumplió durante los meses de Abril, Mayo y Junio del presente año 1983.

A continuación se describen las variables y parámetros que el modelo hidrogeológico requiere para su funcionamiento, incluyéndose además el formato y orden de entrada de ellos.

En este caso se entrega un esquema de entrada de datos en tarjetas perforadas, el cual no requiere de modificaciones si el trabajo se realizara a través de un terminal.

4.2. Definición de variables y parámetros de entrada.-

4.2.1. Datos Generales

Estos se refieren al número de mallas del modelo, sus dimensiones, identificación según un sistema de ejes (I,J), y valor por malla de los parámetros físicos principales: transmisividad, almacenamiento y cota piezométrica inicial.

Además se incluye el período de simulación, factores de corrección para los parámetros físicos y la cota de error para la convergencia del modelo.

Las variables utilizadas por el modelo para estos datos son las siguientes:

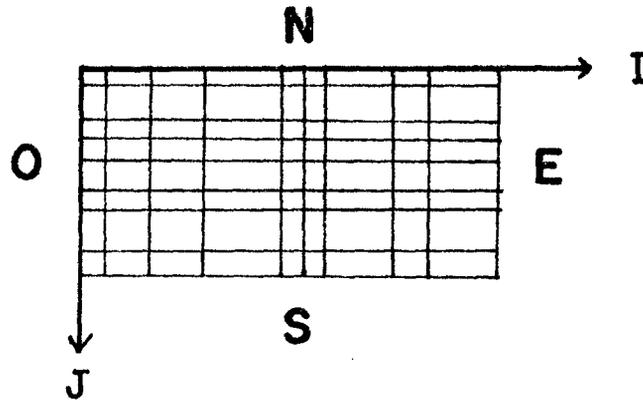
TITULO	:	Título del trabajo.
LO	:	Número total de mallas activas, incluyendo las de condiciones de borde exteriores.
NC	:	Número de columnas (dirección I).
NR	:	N° de filas (dirección J).
ERROR	:	Cota para la convergencia del modelo. Suele tomarse $ERROR = 0,1 \times LO$ (metros).
NMESES	:	N° de meses a simular.

10.-

- IDIMX : Dimensión, en metros, de las mallas según la dirección I.
- IDIMY : Dimensión, en metros, de las mallas según la dirección J.
- FAC1 : Factor que multiplica el valor original de la transmisividad, según la dirección I.
- FAC2 : Lo mismo que FAC1, pero con la transmisividad en la dirección J.
- FACSF : Factor que multiplica el valor original del coeficiente de almacenamiento.
- T1 : Transmisividad según la dirección I para la malla (I,J) ($m^3/día/m$).
- T2 : Transmisividad según la dirección J para la malla (I,J) ($m^3/día/m$).
- SF : Coeficiente de almacenamiento para la malla (I,J) (0/1).
- H : Cota piezométrica en la malla (I,J) para el instante de tiempo t . (m).

4.2.2. Datos sobre mallas exteriores

Corresponde a la información sobre cuáles son las mallas con condiciones de borde exteriores, y su orientación respecto de un sistema arbitrario. Este último se compone de las cuatro direcciones cardinales, que normalmente se ubican según el siguiente esquema:



Las variables utilizadas son:

- NMEN : N° de mallas exteriores que ingresan al modelo desde la dirección Norte.
- NMEE : N° de mallas exteriores que ingresan al modelo desde la dirección Norte, más las que lo hacen desde el Este
- NMES : N° de mallas exteriores que ingresan al modelo por el Norte, más las del Este y Sur.
- NMEW : N° total de mallas exteriores.
- (IM, JM) : Coordenadas de cada malla exterior.

4.2.3. Datos para el contraste piezométrico

Estos consisten en identificar las mallas elegidas para el contraste entre la piezometría medida y la modelada, además de las cotas piezométricas mensuales registradas en los pozos correspondientes.

Las variables empleadas son:

- ND : N° de mallas donde se hará el contraste piezométrico.
- (ID,JD) : Coordenadas de las mallas elegidas para este efecto.
- HOD : Cota piezométrica medida para cada malla (ID,JD); se requiere de un valor por mes (m).
- MES : Nombre de los meses en que se hará la simulación, partiendo con el mes elegido para su comienzo.

4.2.4. Datos para la simulación de la relación río-acuífero

Se trata de identificar las mallas donde existe interrelación entre los cauces superficiales y el acuífero, incluyendo para cada una de ellas los parámetros que caracterizan esta relación.

Las variables utilizadas son:

- NQR : N° de mallas con relación río-acuífero.
- (IR, JR) : Coordenadas de cada malla con relación río-acuífero.
- RD : Cota del lecho del río para la malla (IR, JR) (m).
- RH : Cota del agua en el río para la malla (IR, JR) (m).
- R : Factor que caracteriza la permeabilidad del lecho del río para la malla (IR, JR).

$$R = \frac{K}{e} \times A \quad (\text{m}^3/\text{día}/\text{m})$$

donde K = permeabilidad del lecho (m/día)

e = espesor del lecho (m)

A = área del lecho ocupada por el río (m²)

4.2.5. Datos sobre vertientes

Se refiere a la información de las mallas donde existen afloramientos de la napa subterránea.

Se acostumbra suponer la posibilidad de afloramientos en todas las mallas de la cuenca simulada, como un elemento más de contraste.

Las variables empleadas son :

- NVER : N° de mallas con vertientes.
- (IV,JV) : Coordenadas de cada malla con vertientes.
- RDV : Cota piezométrica mínima de vertimiento.
Normalmente se toma igual a la cota de terreno (m).

4.2.6. Datos sobre bombeos e infiltraciones

Se trata de la información sobre las diferentes fuentes de descarga y recargas desde la superficie del acuífero, incluyendo para cada caso el número de mallas afectadas, el volumen anual que se infiltra o bombea por cada una de las mallas, y la distribución mensual de ese volumen.

Las variables que se agregan entonces son :

- TITULR : Denominación de la fuente de descarga o recarga considerada.
- NP : N° de mallas con determinada recarga o descarga.
- ICL : Clasificación del tipo de situación de que se trata (Ej. infiltraciones por lluvias, infiltraciones de riego, bombeos por industrias, etc.).
- FC : Factor multiplicador del volumen anual de recarga o descarga. Sirve para modificar los datos en forma global.
- Para infiltraciones debe ser positivo, mientras que para los bombeos debe ser negativo (- 1.0 si se quiere trabajar con los valores originales).
- FD : Coeficiente de distribución mensual del volumen anual de recarga o descarga (un valor por mes).
- (IP,JP) : Coordenadas de la malla afectada de una descarga o recarga determinada.
- P : Volumen anual que se infiltra o bombea, según sea el caso, para la malla (IP,JP) (m^3 /año).

4.3. Formato de entrada de datos.-

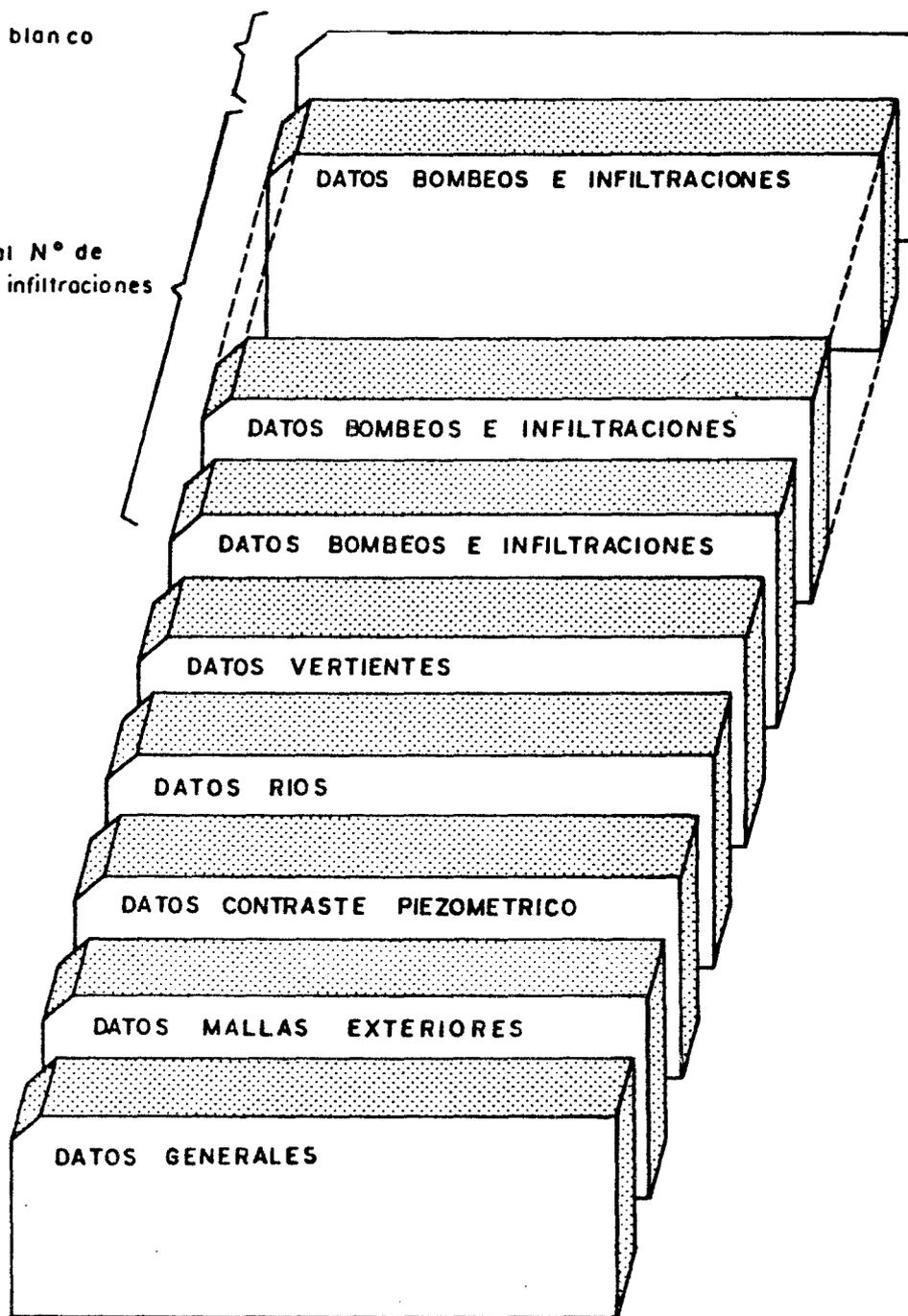
Se presentan a continuación los esquemas para el ingreso de los datos del modelo, al computador.

En primer lugar se indica el orden en que debe ubicarse los diferentes grupos de datos. Posteriormente se da el formato de entrada de cada variable, y el orden de las tarjetas en cada grupo.

ESQUEMA ENTRADA DE DATOS

Tarjeta en blanco

Se repite de acuerdo al N° de fuentes de bombes e infiltraciones existentes.



DATOS CONTRASTE PIEZOMETRICO

HOD1	HOD2	HOD3	HOD4	HOD5	HOD6	HOD7	HOD8	HOD9	HOD10	HOD11	HOD12	COTA PIEZOM. MEDIDA NO TARJETAS
F6.0	111											
000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	222
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	333
000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	444
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	555
000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	666
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	777
000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	888
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	999
000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	111
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	222
000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	333
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	444
000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	555
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	666
000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	777
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	888
000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	999
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	111
000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	222
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	333
000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	444
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	555
000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	666
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	777
000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	888
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	999

DATOS RIOS

IRJR	RD	RH	R	NQR
I3 I3	F6.1	F6.1	E6.1	1 1 1
000000	000000	000000	000000	222
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	333
000000	000000	000000	000000	444
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	555
000000	000000	000000	000000	666
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	777
000000	000000	000000	000000	888
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	999
000000	000000	000000	000000	111
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	222
000000	000000	000000	000000	333
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	444
000000	000000	000000	000000	555
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	666
000000	000000	000000	000000	777
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	888
000000	000000	000000	000000	999
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	111
000000	000000	000000	000000	222
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	333
000000	000000	000000	000000	444
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	555
000000	000000	000000	000000	666
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	777
000000	000000	000000	000000	888
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	999

5.- DATOS DE ENTRADA.-

5.1 Aspectos Generales.-

Los datos de entrada al modelo están constituidos por los valores iniciales de la piezometría, los valores de T y S asignados a cada malla, como también los volúmenes de infiltración por lluvias y riego, además de los volúmenes bombeados por cada malla.

Estos se definen con una periodicidad mensual puesto que así se ha elegido la discretización temporal.

La precisión requerida en estos datos iniciales debe estar en concordancia con la precisión exigida al modelo. No obstante, errores en la determinación de T, S, y H_0 , son también advertidos en el modelo durante el proceso de calaje, en el cual se ajustan de acuerdo con un proceso de aproximaciones sucesivas.

Los valores colocados, tal y como se detallará más adelante, se basan tanto en las mediciones directas realizadas en el terreno, como en la interpretación hidrogeológica realizada por los especialistas.

5.2 Piezometría Inicial

Primeramente se analizó la información existente sobre fluctuaciones de niveles estáticos, obtenida ésta del informe de IPLA para la Comisión Nacional de Riego (C.N.R.).

La información abarca el período 1965 - 1981, contándose con 16 pozos con información aceptable.

Por lo expresado anteriormente con referencia a la discretización temporal, se requería elegir un período de 1 año con antecedentes mensuales; ello coincide con un ciclo de variaciones del nivel estático en el cual se definen máximos y mínimos.

Efectuado el análisis pudo constatar que para la parte baja del valle, sector con bombeo más intenso, los máximos se dan en Agosto y los mínimos en Marzo. Esta situación varía acorde con condiciones locales del resto del valle, es así como en la parte alta del valle los máximos se dan a fines del verano.

En general puede decirse que la fluctuación estacional del N.E. tiene una amplitud media de 2 mts, dependiendo y variando acorde con la pluviometría anual y la ubicación del pozo en el valle.

El análisis permitió seleccionar el período 1974-1975 como año de simulación dado que la estadística recopilada es la con mayor información para año más reciente. A la vez se

seleccionó el mes de Marzo de 1974 como el mes de inicio del período de simulación debido a su ubicación en la curva de variación.

La cota del punto de medida se obtuvo de las curvas planimétricas de planos 1 a 10.000 de la C.N.R., ello contrastado con cotas obtenidas por nivelación directa efectuadas éstas por CORFO en años anteriores. Se obtuvieron así las cotas, relativas a nivel del mar, del nivel estático para Marzo 1974 en 16 ubicaciones. Debe hacerse presente que las ubicaciones de pozos se obtuvieron del informe IPLA - C.N.R. referido anteriormente.

Apoyado en estos puntos, se trazaron las isopiezas Marzo 74 que se acompañan, obteniéndose de allí los valores correspondientes para cada celda del mallaje.

De dicho plano y la comparación de éste con el plano que contiene las cotas del terreno, se obtuvo además un plano de profundidades del N.E. relativas al terreno y de este último se obtuvieron los valores de N.E. respecto a terreno para cada celda de la malla.

5.3 Valores de T y S

5.3.1 Valores de T

Se analizó la información existente en el informe IPLA-C.N.R. y sus resultados vertidos en el plano N°18 de dicho informe "Áreas de isotransmisibilidad".

Se contrastó dicha información con la entregada por la U. de Chile en el estudio "Técnicas isotópicas en estudios hidrogeológicos, aplicación a la cuenca Chacabuco-Polpaico" de los autores Damaris Orphanopoulos S. y Guillermo Cabrera F., 1982.

Además se estudió la representatividad de los valores de T en función de la penetración de los pozos en el acuífero. A la vez se consideró la posible disminución de la transmisibilidad por efectos de depresión del nivel estático, valor más realista en un proceso de simulación de largo plazo.

Efectuado el análisis anterior, se determinó utilizar los datos del informe IPLA vertidos en el plano N°18, asignándose para cada tramo de isotransmisividad, el valor medio de dicho tramo.

Por superposición del mallaje al plano IPLA se obtuvieron los valores de T de cada celda, expresados en miles de m²/día.

Se acompaña el plano del mallaje con los valores de T para cada celda. Estos valores serán los de partida del modelo, los que se irán ajustando en el proceso de calibración del modelo.

5.3.2 Valores de S

Del estudio del informe Orphanopoulos y Cabrera, U. de Chile, 1982, se deducen antecedentes hidrogeológicos que permiten suponer valores del coeficiente de almacenamiento.

Estos valores de S así configurados, fueron analizados y contrastados con pruebas de bombeo y con antecedentes similares obtenidos por nuestra firma en experiencias anteriores.

Se asignaron valores a cada celda, propios de la naturaleza del acuífero, que en este valle presenta características de acuífero libre y considerando la evolución que dicho coeficiente presentará para efectos de drenaje retardado, propios de un proceso de simulación y bombeos a largo plazo.

Los valores de S asignados por celda se presentan en el plano adjunto y serán los valores de entrada al modelo, los que se irán ajustando durante la calibración de éste.

5.4 Condiciones Topográficas

Para obtener la cota de terreno de cada celda se ha utilizado la topografía del plano 1 a 10.000 de la C.N.R. Se efectuaron reducciones a 1:50.000 y se sobrepuso el malla je, obteniéndose así la cota del punto central de las celdas.

Las cotas de terreno en las diferentes celdas son necesarias para contrastar las salidas del modelo con las ubicaciones reales de las vertientes, ya que el modelo asignará como vertientes a aquellas celdas donde el nivel del agua subterránea resulte superior al nivel del terreno.

5.5 Infiltración por Regadío

Con el objeto de definir la zona regada en Chacabuco y Polpaico, se utilizó información entregada por IPLA en la cual se clasificaron los suelos según su tipo de riego, destacándose tres clases principales :

- Riego I a IV
- Riego eventual, y
- Secano arable

Separadamente fue necesario confeccionar un plano con la red de riego (proveniente de Mosaicos IREN) y ubicar allí los pozos profundos.

28.-

Al sobreponer ambos planos, en escala 1 a 50.000, fue posible definir sectores regados sólo con aguas superficiales, otros regados sólo con aguas subterráneas y otros que se riegan con aguas superficiales complementadas con aguas subterráneas en los períodos de escasez de las primeras. Este plano se adjunta, visualizándose según el color, el tipo de agua de riego utilizada y según la trama, la clasificación de riego dada por IPLA.

Cuantificando la superficie regada según esos parámetros, se obtiene :

- Riego I a IV	4.745 Hás
- Riego eventual	2.850 Hás
- Secano arable (bajo canal)	318 Hás
	<hr/>
Total	7.913 Hás
- Con aguas superficiales	2.888 Hás
- Con aguas subterráneas	1.082 Hás
- Con aguas mixtas	3.943 Hás
	<hr/>
Total	7.913 Hás

Como tasas de infiltración probable se asignaron :

- 4.000 m³/Há/Año a los terrenos regados con aguas superficiales, lo que representa aproximadamente un 30% de la tasa anual de riego.

29.-

- 2.000 m³/Há/Año a los terrenos regados con aguas subterráneas, lo que representa aproximadamente un 20% de la tasa anual de riego con estas aguas y
- 3.000 m³/Hás/Año a los terrenos regados con aguas de ambas fuentes, siendo ello un promedio de las tasas anuales de riego para los casos anteriores.

Dichos valores, totales anuales se distribuirán en el período total de riego de acuerdo con la siguiente escala :

M e s	%
Sep.	8
Oct.	12
Nov.	15
Dic.	15
Ene.	15
Feb.	15
Mar.	10
Abr.	10
A ñ o	100

Los volúmenes totales anuales infiltrados por efectos de regadío en cada celda del mallaje y calculados de acuerdo con la metodología descrita, aparecen en el plano que se acompaña.

5.6 Infiltración por Lluvias

Del agua que se precipita como lluvia sobre la cuenca en estudio, parte de ella cae sobre los cerros y terrenos ubicados fuera del mallaje y parte cae sobre los suelos del área modelada.

Se considerará como infiltración proveniente de las precipitaciones, el porcentaje de ellas que cayendo sobre los terrenos planos del valle, percola y recarga el acuífero.

Las precipitaciones que, cayendo sobre cerros y laderas exteriores al valle, también producirán infiltraciones, pero para los efectos del modelo ellas serán consideradas como aporte lateral.

El porcentaje de las precipitaciones que percola en el valle se determinará aplicando la siguiente relación :

$$I = 0,7 (P - 60 \text{ mm}), \text{ en que :}$$

I = infiltración mensual, en mm.

P = precipitación mensual, en mm.

Por lo tanto existirá infiltración proveniente de lluvias, sólo en aquellos meses en que la precipitación sobrepase los 60 mm.

Para el año 1974, elegido como año de calibración, la precipitación en la zona, medida en la Estación pluviométrica de Rungue, acusa los siguientes valores :

M e s	P (mm)
Mayo	89,6
Junio	253,1
Julio	21,1
Agosto	4,6
Septbre.	14,9
Octbre.	1,0
Novbre.	17,5
T o t a l	402,0

Aplicando la relación anterior, se tendrá :

$$I_{\text{Mayo}} = 20,7 \text{ mm}$$

$$I_{\text{Junio}} = 135,2 \text{ mm}$$

$$I_{\text{año 74}} = 156 \text{ mm}$$

Se adoptan los siguientes valores medios :

$$I_{\text{Mayo}} = 20 \text{ mm}$$

$$I_{\text{Junio}} = 140 \text{ mm}$$

$$I_{\text{año 74}} = 160 \text{ mm}$$

Dicho valor de infiltración anual, provoca volúmenes anuales infiltrados en cada celda del mallaje que pueden observarse en el plano adjunto. De ello el 12,5% infiltrará en Mayo y el 87,5% en Junio.

5.7 Extracción por Bombeo

Contando con el catastro de pozos y ubicación de ellos, según IPLA, se procedió a seleccionar algunos pozos a los cuales se les efectuó una encuesta tendiente a determinar el volumen anual de agua bombeado.

La encuesta abarcó aproximadamente el 20% de los pozos de riego, además de los pozos destinados a agua potable e Industrias (Cemento Polpaico). Los pozos encuestados cubren diversas ubicaciones en el valle y diversos caudales unitarios (lts/seg), con el objeto de lograr una muestra representativa.

Los antecedentes obtenidos permitieron conocer dotaciones de riego para superficies regadas con aguas subterráneas.

La encuesta se efectuó por consulta directa al usuario referente al período de riego 82-83 ya que se consideró difícil, por no decir imposible, obtener resultados del año de calibración 1974. Debe tenerse en cuenta que el año recién pasado presenta condiciones especiales en cuanto a año hidrológico y en cuanto a factores económicos especiales derivados de la recesión, por lo cual el bombeo se redujo notablemente. Estas consideraciones fueron tomadas en cuenta en el análisis de la encuesta.

Para determinar el volumen anual bombeado en cada uno de los pozos en uso en el valle, se procedió según el criterio siguiente :

- a) Cuando el pozo había sido encuestado y la información parecía confiable (tasa de riego razonable), se utilizó el dato recogido en terreno.
- b) Cuando se desconfió de la información obtenida, se utilizó el dato de la superficie bajo riego y se aplicó la dotación de riego obtenida por bombeo en pozos vecinos.
- c) Para pozos no encuestados, se ponderó el volumen obtenido en el pozo encuestado más cercano, por la relación de caudales de las pruebas de bombeo entre ese pozo y el de interés.

En base a lo anterior se obtuvieron los volúmenes anuales extraídos por bombeo para cada celda del mallaje, los que pueden apreciarse en el plano adjunto.

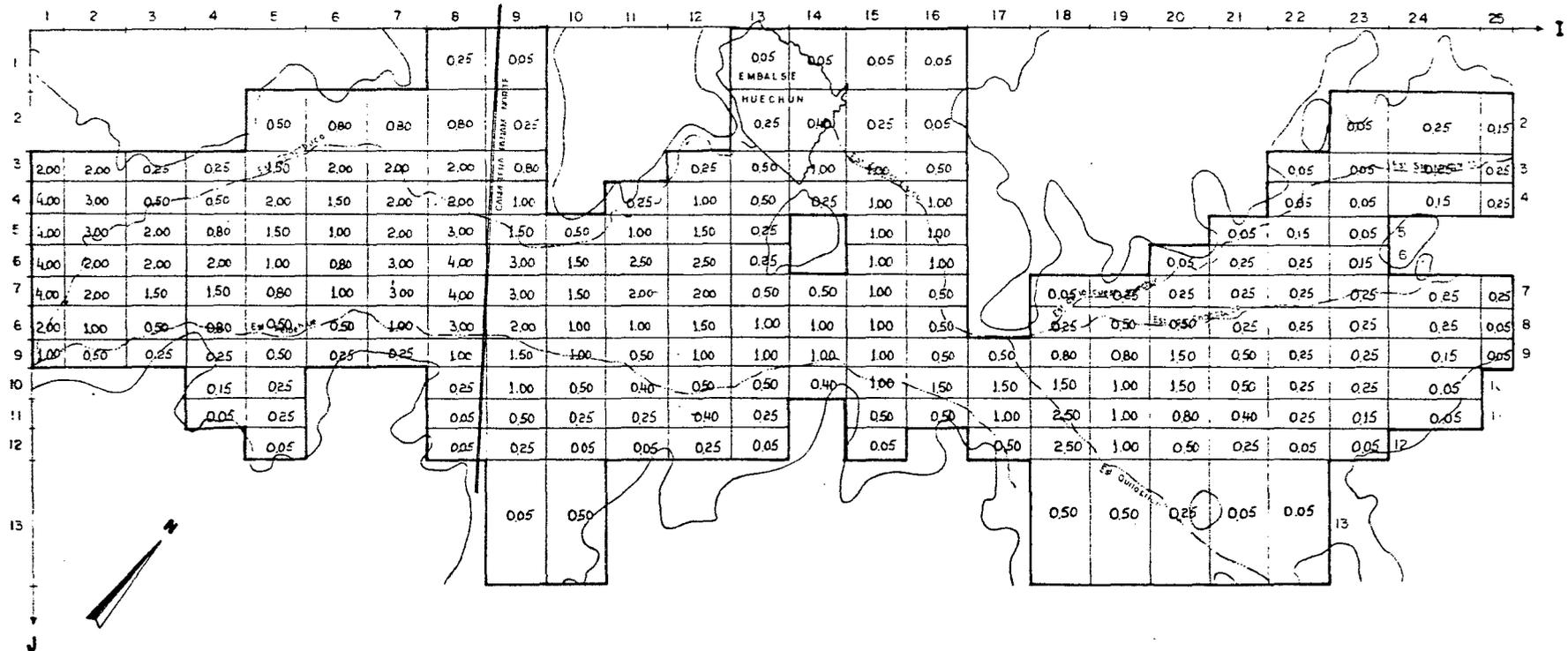
La distribución mensual de los volúmenes bombeados obedece a la siguiente tabla, la que en gran medida se obtuvo de la encuesta realizada.

34.-

M e s	%
Septiembre	8
Octubre	12
Noviembre	15
Diciembre	15
Enero	15
Febrero	15
Marzo	10
Abril	10
A ñ o	100

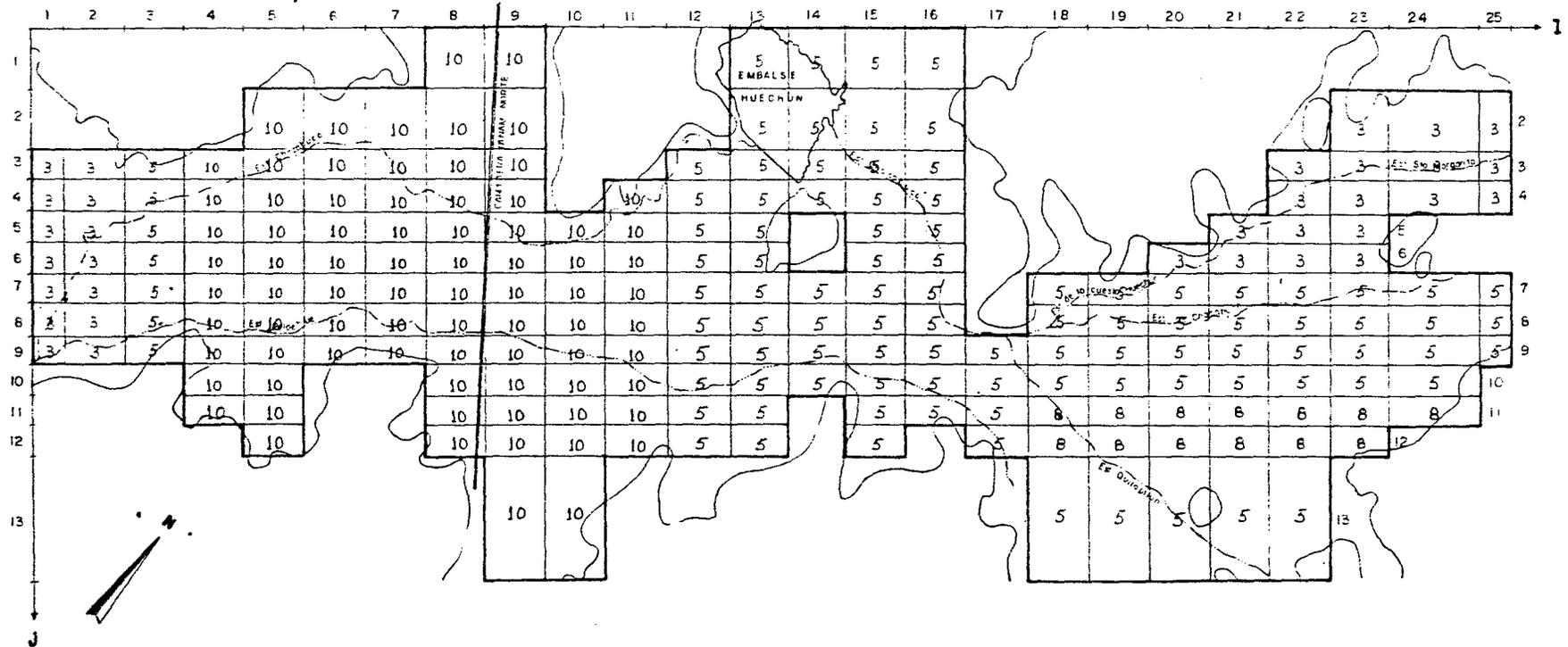
MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO POLPAICO

VALORES DE T (miles m²/día)



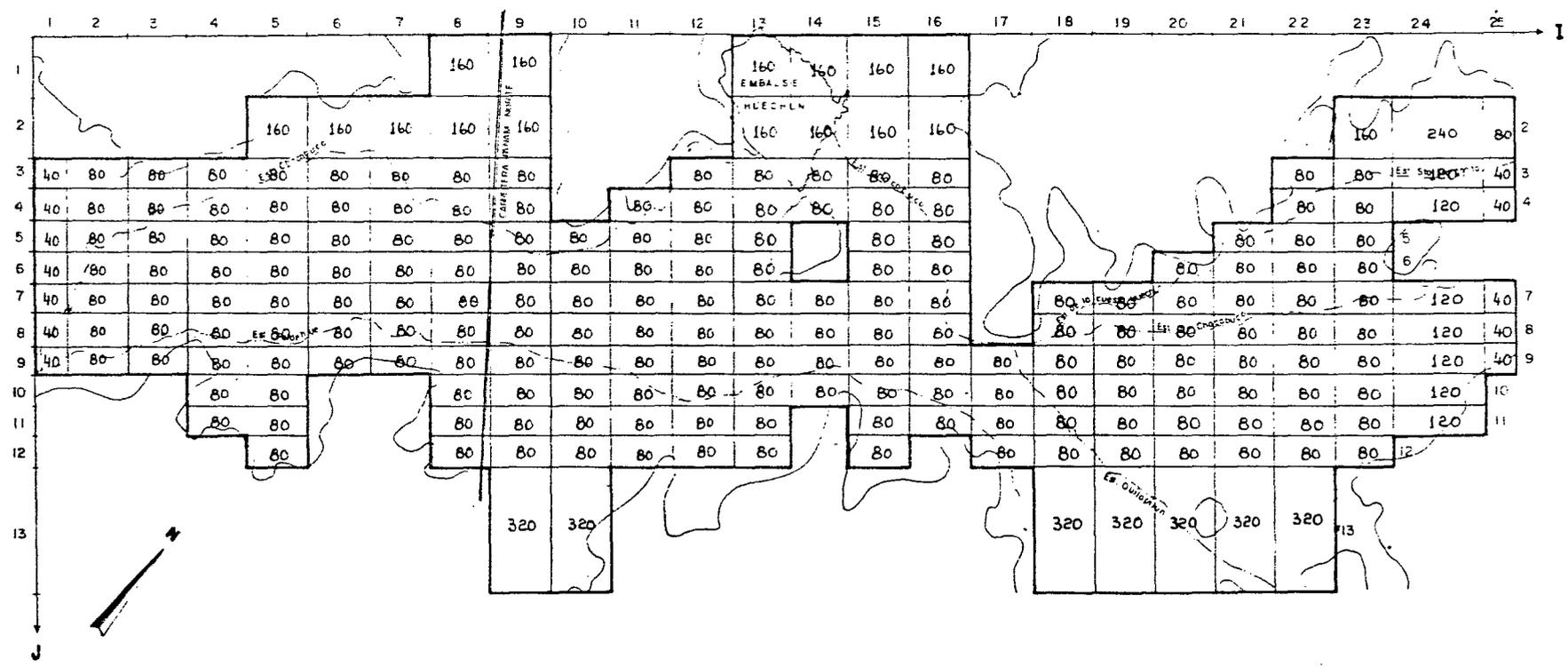
MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

VALORES DE S (%)



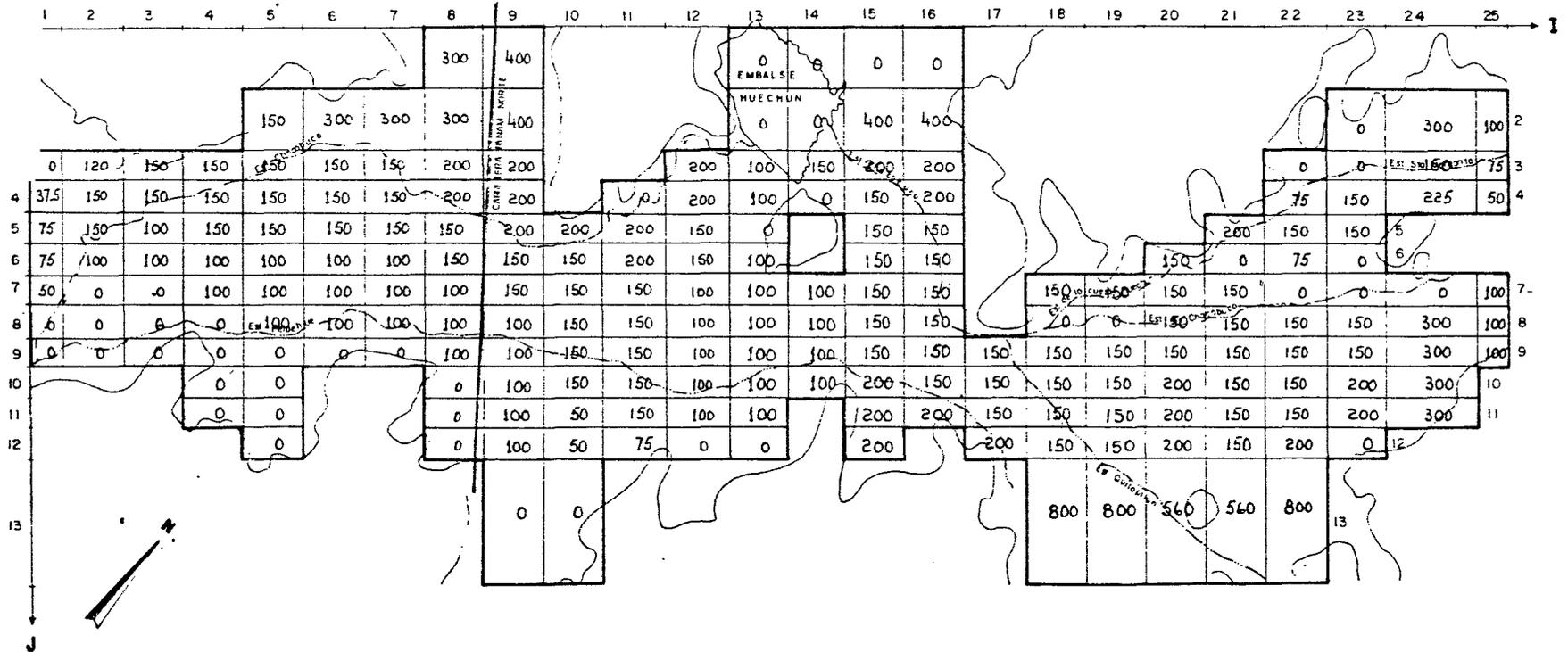
MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

VOLUMENES ANUALES INFILTRADOS POR LLUVIAS (miles m³/año)



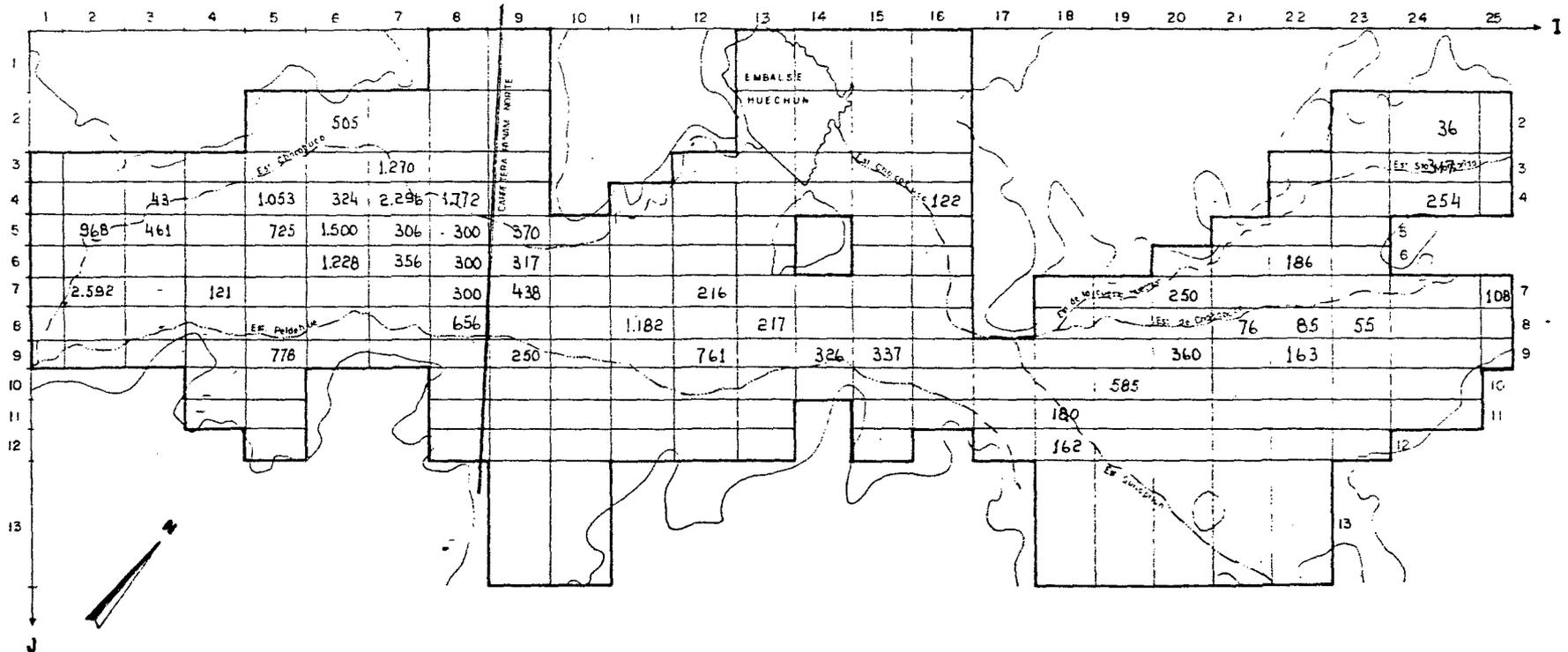
MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

VOLUMENES TOTALES ANUALES INFILTRADOS POR REGADIO (miles m³/año)



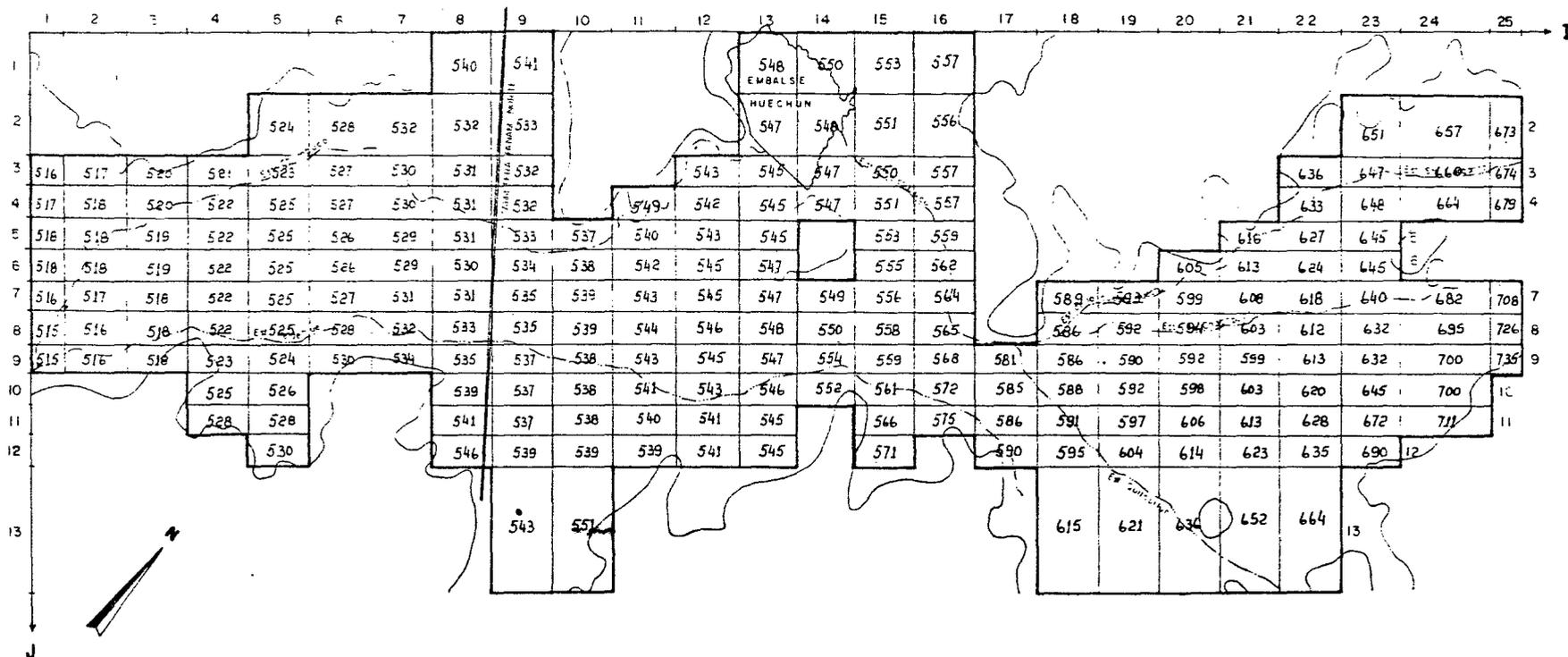
MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

VOLUMENES ANUALES EXTRAIDOS POR BOMBEO (miles m³/año)



MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

PIEZOMETRIA MARZO 74 (m)



6.- PROCESO DE AJUSTE

6.1. Introducción.-

El proceso de ajuste o calaje tiene como objetivo lograr una representación matemática del acuífero, lo más ajustado posible a su realidad física.

Para esto se procede por aproximaciones sucesivas, cambiando los valores de las características hidráulicas y de borde del acuífero, de manera de lograr una semejanza entre las variaciones piezométricas observadas en terreno con las obtenidas de salida del modelo, así como también de ajustar lo mejor posible los elementos del balance másico a la realidad observada.

Para efectuar este análisis, en cada una de las 8 pasadas de ajuste realizadas, se han empleado las siguientes tablas y planos, que se incluyen en cada caso:

- Tabla Resumen del Balance Másico.
- Plano del Balance Másico.
- Plano del Contraste Piezométrico.
- Planos con los cambios en los datos de entrada, efectuados para la pasada.

Su contenido puede sintetizarse en lo siguiente:

- La Tabla resumen del Balance Másico consiste en un cuadro que condensa la información mensual y anual del acuífero simulado, para los distintos elementos que componen el balance volumétrico.

- El Plano del Balance Másico contiene el detalle, por cada malla del modelo, de los elementos del balance que la simulación entrega como resultados. Estos son: las entradas y salidas al área modelada desde y hacia otras cuencas, y los volúmenes aflorados desde las vertientes, junto con aquellos que salen directamente a los ríos o esteros.
- El Plano de Contraste Piezométrico incluye en el mallaje del modelo, los gráficos de variación de niveles medios y simulados para los piezómetros de contraste. Estos son la base de discusión del funcionamiento del modelo y, junto con el Balance Másico, determinan los cambios que se hacen de una pasada a otra.
- Los Planos con cambios corresponden a los nuevos valores, por cada malla, que los parámetros de modelación toman al ser modificados para mejorar el ajuste del modelo. Se entiende que aquellos parámetros no modificados permanecen sin variaciones respecto a la pasada anterior.

Estando claros estos antecedentes, se incluye a continuación la discusión de cada pasada. Cabe señalar previamente que en el caso de Chacabuco - Polpaico no se ha simulado la relación río-acuífero, dado que no hay cauces en la cuenca simulada que interactúen con el acuífero recibiendo afloramientos desde la napa subterránea.

Asimismo, no aparecen en esta zona vertientes,

y aunque el modelo permite que éstas existan si las cotas piezométricas sobrepasan las de terreno, no ocurrió tal cosa durante ninguna de las pasadas de ajuste. Este hecho significa, aún cuando sólo sea cualitativamente, un respaldo adicional para el correcto ajuste del modelo.

6.2. Relación de Pasadas.-6.2.1. Pasada N° 1

Se efectuó el día 17/10/83 con los datos de entrada descritos anteriormente, en el capítulo 5.

Del Resumen del Balance Másico se obtiene el siguiente cuadro de valores anuales.

	<u>VOL. (Mm.³/año)</u>
<u>ENTRADAS AL ACUIFERO</u>	
- MALLAS EXTERIORES	15,3
- INFILTRACIONES DE RIEGO	25,0
- INFILTRACIONES POR LLUVIAS	17,2
	<hr/>
TOTAL	57,5
 <u>SALIDAS DESDE EL ACUIFERO</u>	
- BOMBEOS	25,1
 <u>VARIACIONES DE ALMACENAMIENTO</u>	 32,0

De los elementos de este balance son salidas del modelo, y no datos de entrada, las variaciones de almacenamiento y las mallas exteriores. Ambos valores, como se puede

ver en el cuadro anterior, son bastante altos, y quedan en parte explicados por el exceso de entradas laterales (subterráneas) desde el Valle de Peldehue, que totalizan 12,2 (Mm.³/año) según puede observarse en el plano del Balance Másico.

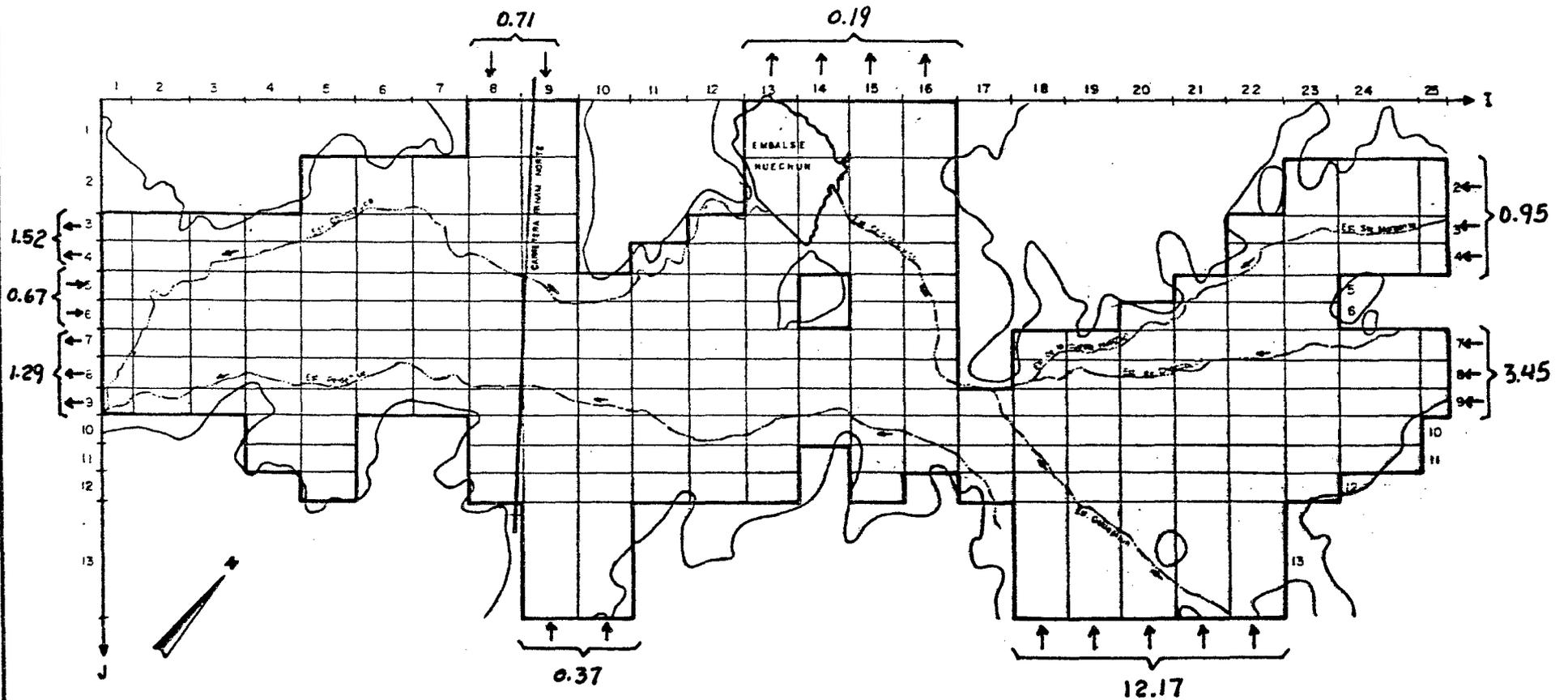
En cuanto al contraste piezométrico, como puede verse en el plano correspondiente, se tiene que en los piezómetros ubicados aguas arriba de la Carretera Panamericana los niveles simulados reaccionan de manera muy diferente a lo medido, mientras que los ubicados en el resto de la cuenca, en la zona de Polpaico, los niveles simulados y medidos tienen un cierto parecido entre sí.

Para corregir estas divergencias, tanto las de niveles como aquellas de entradas laterales excesivas, se ha planteado como cambio para la 2^a Pasada, nuevos valores de transmisividad. Ellos pueden verse en el plano de transmisividades de la Pasada N° 2.

Con esto pretende cerrarse las entradas desde Peldehue, y abrir el paso en la Angostura de Quilapilún para que la zona alta de la cuenca pueda descargar hacia la zona de Polpaico. Así se espera que los niveles simulados de las zonas altas no sigan subiendo, como ocurrió en la 1^a Pasada.

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

BALANCE MASICO (Mm^3 / año) PASADA N°1

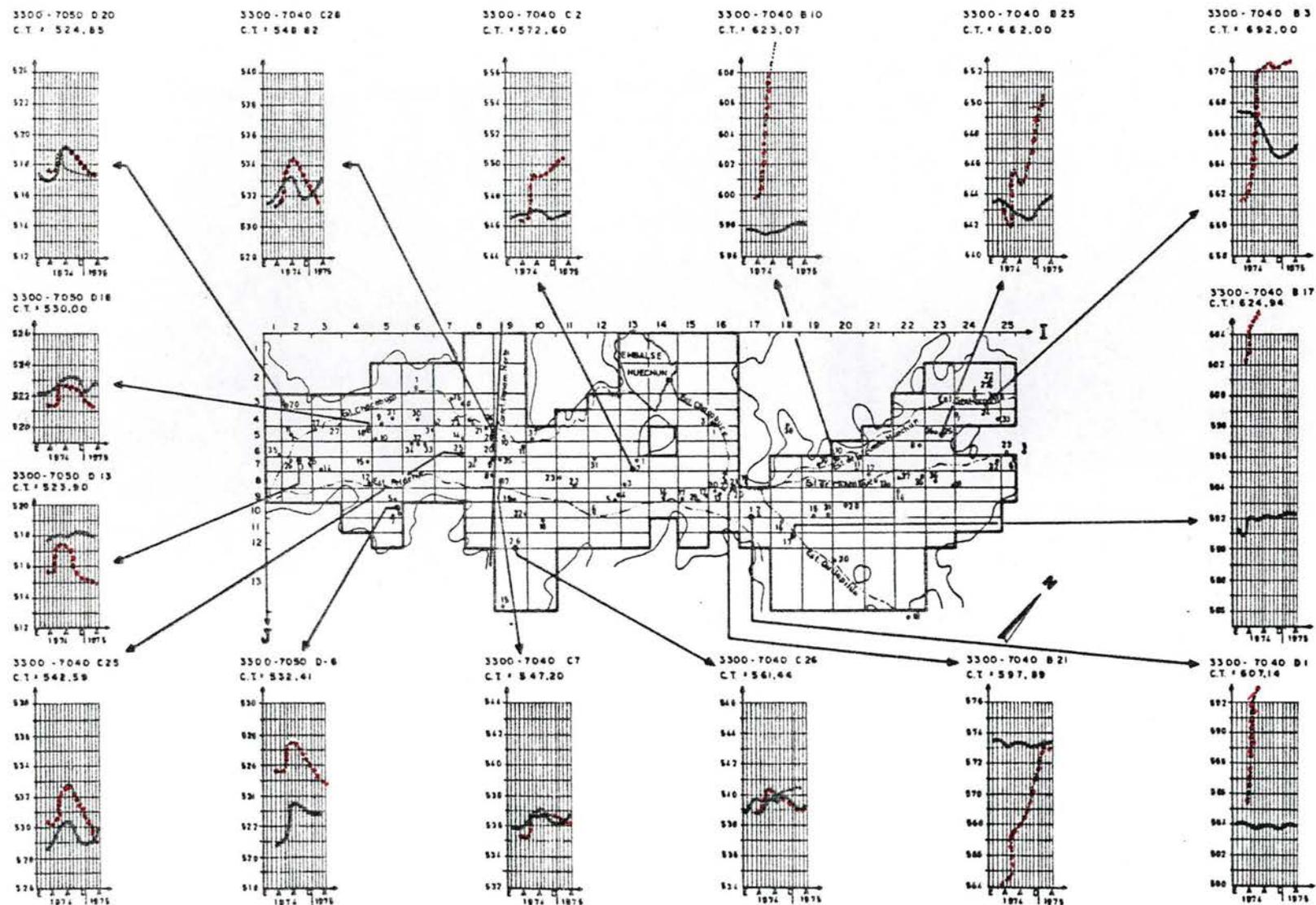


MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

ESCALA GRAFICA
 0 10 20 30 KM.

NIVEL MEDIDO = 
 NIVEL SIMULADO = 

CONTRASTE PIEZOMETRICO PASADA N°1



3630906

RESUMEN BALANCE MASICO PASADA N° 1

VALORES EN MILLONES M3

MES	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	TOTAL ANUAL
MALLAS EXTERIDRES	2.3	2.1	1.6	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1	1.0	15.3
RIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VERTIENTES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ALMACENAMIENTO	2.3	2.0	3.8	15.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	32.0
BOMBEO	-2.5	-2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.0	-3.0	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-25.2
INFILTRACIONES DE RIEGO	2.5	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	3.0	3.8	3.8	3.8	3.8	25.0
INFILTRACIONES POR LLUVIAS	0.0	0.0	2.1	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1
BALANCE TOTAL	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5

VALORES POSITIVOS INDICAN ENTRADAS AL ACUIFERO

6.2.2. Pasada N° 2.-

Se llevó a cabo el 23/11/83, dando como resultado del Balance Másico el cuadro que sigue:

	<u>VOL. (Mm.³/año)</u>
<u>ENTRADAS AL ACUIFERO</u>	
- MALLAS EXTERIORES	12,7
- INFILTRACIONES DE RIEGO	25,0
- INFILTRACIONES POR LLUVIAS	17,2
	<hr/>
TOTAL	54,9
 <u>SALIDAS DESDE EL ACUIFERO</u>	
- BOMBEOS	25,1
 <u>VARIACIONES DE ALMACENAMIENTO</u>	 29,3

Según esto, puede verse que se mantienen prácticamente inalterables los problemas de la 1ª Pasada; las entradas laterales y variaciones de almacenamiento siguen siendo excesivas. Sin embargo, las entradas subterráneas

desde Peldehue han bajado a $4,7 \text{ (Mm}^3\text{/año)}$, aunque las entradas desde el sector superior de la cuenca (zona de Chacabuco) han subido a $10 \text{ (Mm}^3\text{/año)}$ (en la 1ª Pasada se tenía sólo $4,5 \text{ (Mm}^3\text{/año)}$), según puede verse en el plano del Balance Másico.

Esto se nota también en el contraste piezométrico, observándose una mejoría en los piezómetros ubicados junto al Estero Peldehue en la Angostura de Quilapilún (mallas (17,20) y (18,12)).

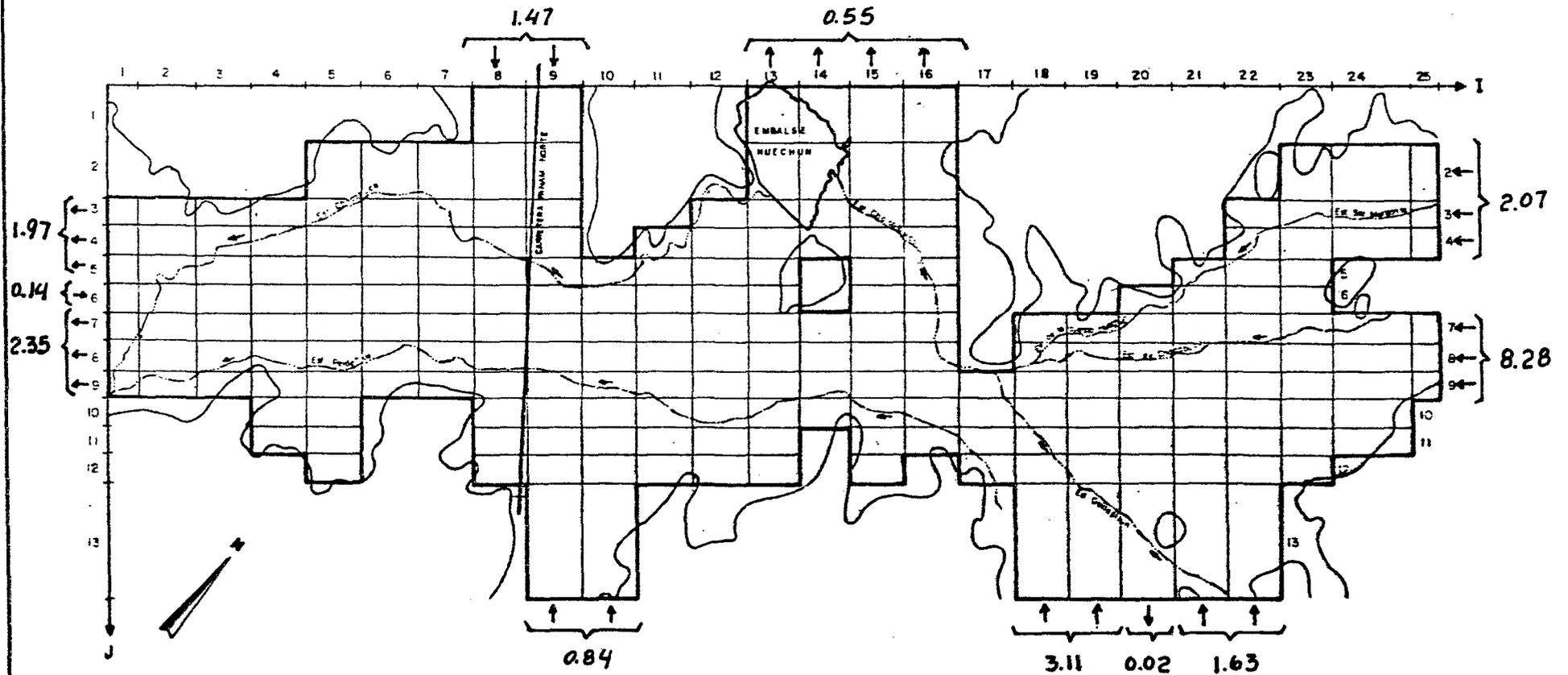
De todas maneras, no puede decirse que el ajuste haya mejorado en forma relevante. Por ello se ha planeado dos pasadas de sensibilidad. Con ellas se pretende estudiar la reacción del modelo frente a cambios drásticos, para así poder orientar y afinar el calaje en las pasadas que sigan.

Las pasadas de sensibilidad programadas son:

- La 3ª, multiplicando los valores de la transmisividad de la 2ª Pasada por cinco.
- La 4ª, eliminando totalmente las infiltraciones por lluvias y manteniendo lo demás como en la 2ª Pasada.

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

BALANCE MASICO (Mm^3 / año) PASADA N°2



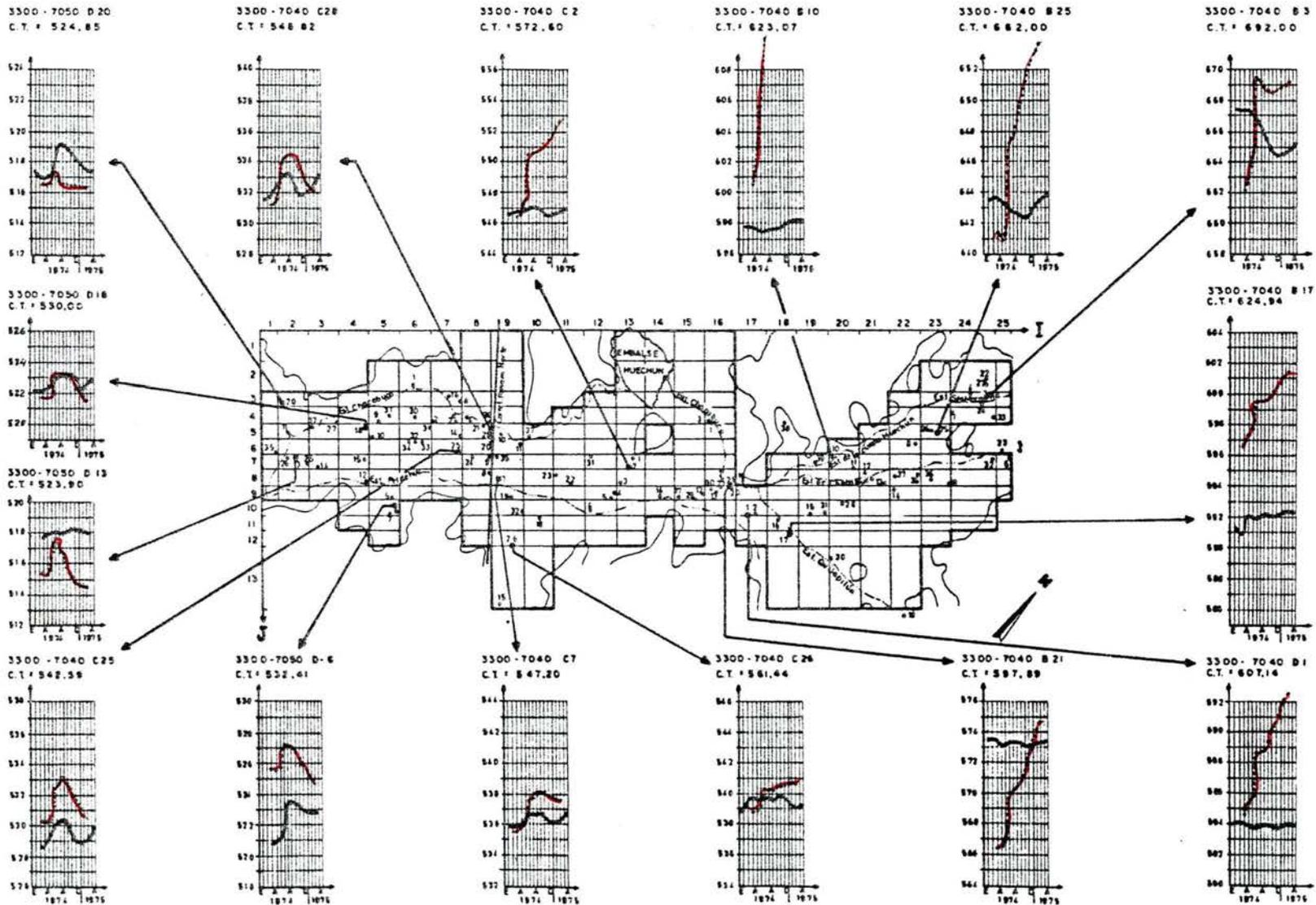
Escola Gráfica
0 1 2 3 Km.

NIVEL MEDIDO = 
 NIVEL SIMULADO = 

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

CONTRASTE PIEZOMETRICO PASADA N°2

ESCALA GRAFICA
 0 10 20 30 KM.



RESUMEN BALANCE MASICO PASADA N° 2

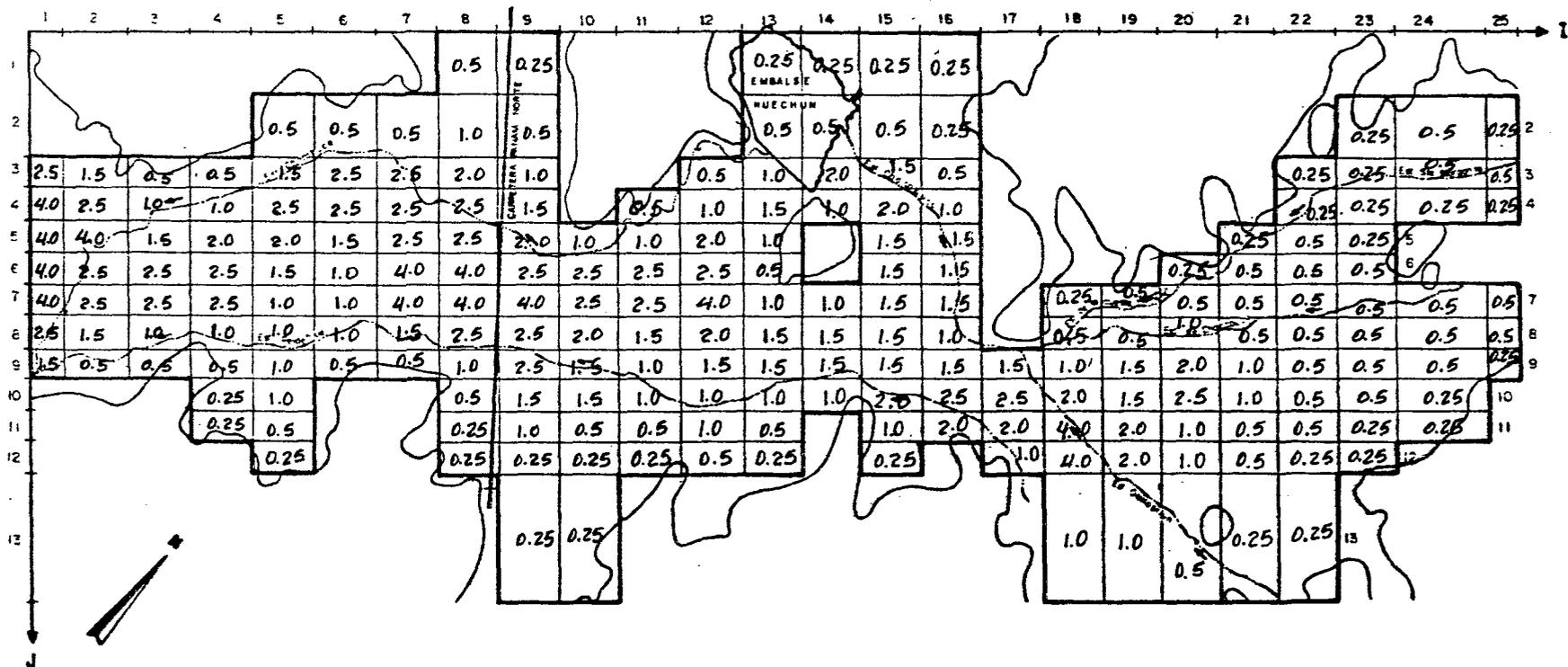
VALORES EN MILLONES M3

MES	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	TOTAL ANUAL
MALLAS EXTERIORES	1.98	1.98	1.58	0.65	0.62	0.74	0.87	0.92	0.92	0.86	0.79	0.74	12.66
RIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VERTIENTES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ALMACENAMIENTO	1.95	1.95	3.69	15.58	0.59	0.71	0.83	0.88	0.87	0.81	0.75	0.70	29.33
BOMBEO	-2.51	-2.51	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.01	-3.01	-3.76	-3.76	-3.76	-3.76	-25.10
INFILTRACIONES DE RIEGO	2.50	2.50	0.0	0.0	0.0	0.0	2.00	3.00	3.75	3.75	3.75	3.75	25.02
INFILTRACIONES POR LLUVIAS	0.0	0.0	2.15	15.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.20
BALANCE TOTAL	0.02	0.03	0.03	0.13	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.45

VALORES POSITIVOS INDICAN ENTRADAS AL ACUIFERO

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

TRANSMISIVIDAD (miles m²/día) PASADA N° 2



Esala Gráfica
 0 1 2 3 Km.

55.-

6.2.3. Pasada N° 3.-

Se llevó a cabo el 29/11/83, dando como resultado del Balance Másico el cuadro que sigue:

	<u>VOL. (Mm.³/año)</u>
<u>ENTRADAS AL ACUIFERO</u>	
- MALLAS EXTERIORES	30,2
- INFILTRACIONES DE RIEGO	25,0
- INFILTRACIONES POR LLUVIAS	17,2
	<hr/>
TOTAL	72,4
<u>SALIDAS DESDE EL ACUIFERO</u>	
- BOMBEOS	25,1
<u>VARIACIONES DE ALMACENAMIENTO</u>	46,9

Como era de esperar, al aumentar la transmisividad aumentan los ingresos y salidas por mallas exteriores. Estos, que son irrealmente elevados, se dan particularmente altos a la entrada por la zona de Chacabuco con un total de 45,5

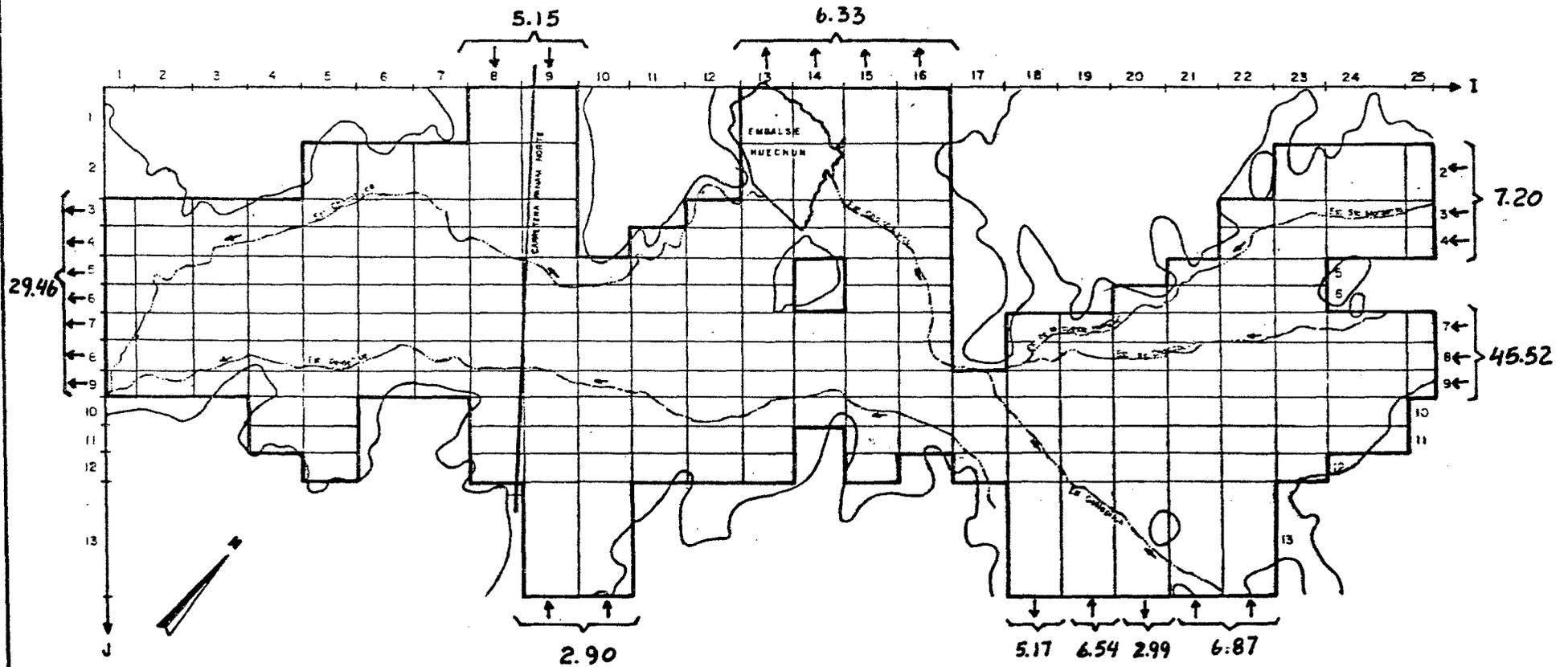
(Mm.³/año). Como efecto de este fenómeno, se tiene una subida general de niveles, según se puede ver en el plano del Contraste Piezométrico, agudizándose los defectos observados en la 2^a Pasada.

La conclusión de esta pasada es que este modelo es bastante sensible a los cambios de la transmisividad. Se propone, además, cambiar los valores de este parámetro, partiendo de los usados en la 2^a Pasada, pero acentuando los siguientes aspectos:

- aumento gradual de transmisividades del borde hacia el centro del valle.
- creación de un canal central con transmisividades altas, para conseguir la circulación preferencial por éste de las aguas subterráneas.
- cierre de las entradas subterráneas desde las subcuencas de los esteros Santa Margarita y Chacabuco, y apertura de la salida por Chicauma, en el extremo poniente del área modelada.

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

BALANCE MASICO (Mm^3 / año) PASADA N°3

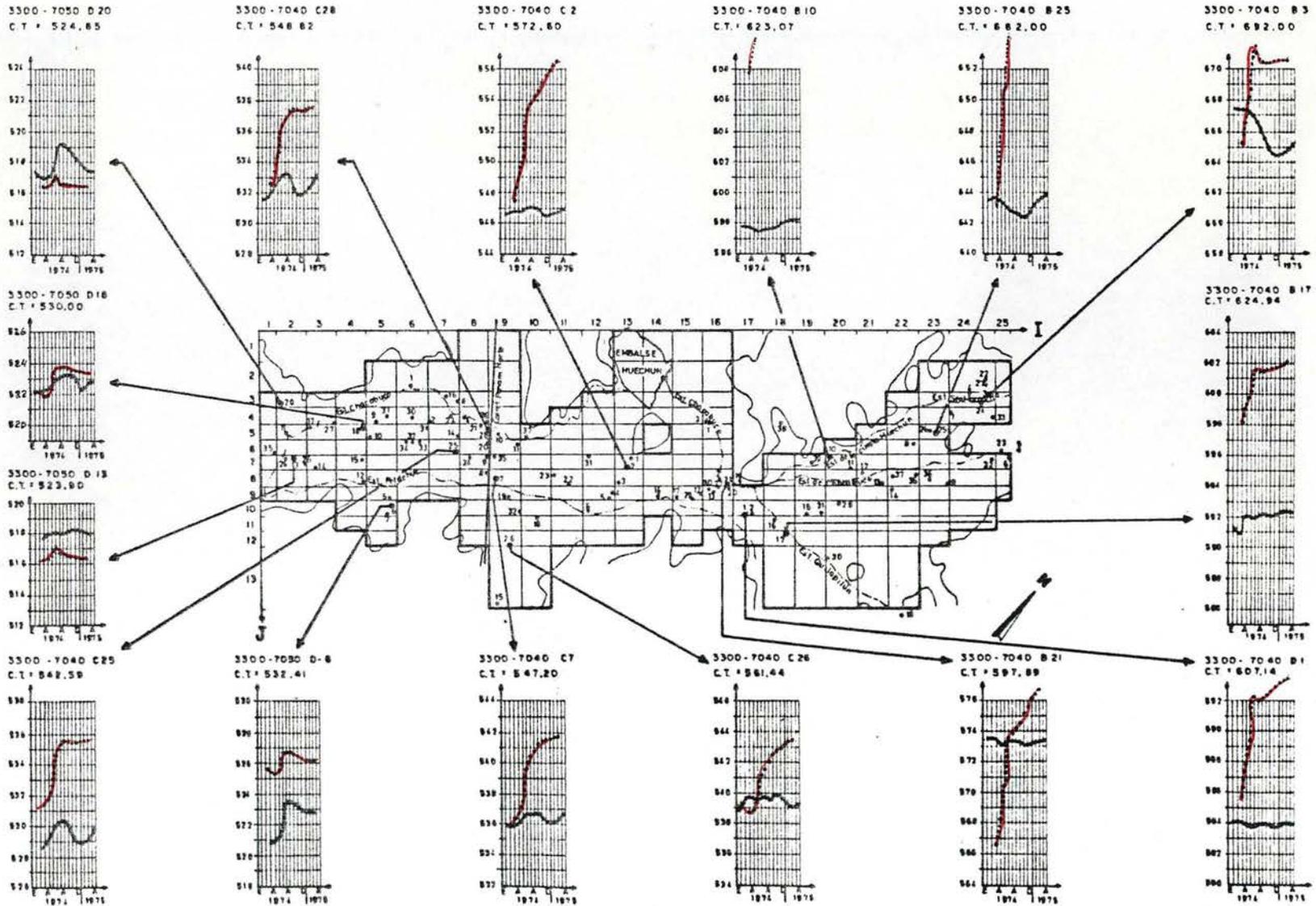


NIVEL MEDIDO : 
 NIVEL SIMULADO : 

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

ESCALA GRAFICA
 0 10 20 30 KM

CONTRASTE PIEZOMETRICO PASADA N°3



RESUMEN BALANCE MASICO PASADA N° 3

VALORES EN MILLONES M3

MES	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	TOTAL ANUAL
MALLAS EXTERIORES	8.41	6.35	4.57	1.57	1.26	1.41	1.45	1.33	1.19	1.02	0.89	0.78	30.24
RIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VERTIENTES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ALMACENAMIENTO	8.28	6.41	6.74	16.58	1.21	1.37	1.39	1.28	1.14	0.97	0.83	0.72	46.92
BOMBEOS	-2.51	-2.51	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.01	-3.01	-3.76	-3.76	-3.76	-3.76	-25.10
INFILTRACIONES DE RIEGO	2.50	2.50	0.0	0.0	0.0	0.0	2.00	3.00	3.75	3.75	3.75	3.75	25.02
INFILTRACIONES POR LLUVIAS	0.0	0.0	2.15	15.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.20
BALANCE TOTAL	0.12	-0.06	-0.01	0.03	0.05	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.44

VALORES POSITIVOS INDICAN ENTRADAS AL ACUIFERO

6.2.4. Pasada N° 4.-

Se llevó a cabo el 29/11/83, dando como resultado del Balance Másico el cuadro que sigue:

	<u>VOL. (Mm.³/año)</u>
<u>ENTRADAS AL ACUIFERO</u>	
- MALLAS EXTERIORES	17,9
- INFILTRACIONES DE RIEGO	25,0
- INFILTRACIONES POR LLUVIAS	0,0
	<hr/>
TOTAL	42,9
<u>SALIDAS DESDE EL ACUIFERO</u>	
- BOMBEO	25,1
<u>VARIACIONES DE ALMACENAMIENTO</u>	17,5

De aquí se puede obtener, al comparar con la 2^a Pasada, que gran parte de la lluvia queda almacenada en el acuífero. Esto se nota en que las variaciones de almacenamiento bajan casi en la misma cantidad que las infiltraciones por lluvias que, como se ha dicho, han sido eliminadas

en esta pasada.

También se nota una leve alza en las entradas laterales, debido seguramente a los niveles piezométricos menores que se tienen por no tener recarga de lluvia, y que fuerzan la entrada de mayores volúmenes al acuífero.

En cuanto a los piezómetros, es posible ver en el plano del Contraste Piezométrico que, en general, todos indican la falta de recarga por lluvias. De todas maneras, entre la 2^a y 4^a Pasada no se puede decir que cambie significativamente ninguno de los piezómetros.

Como conclusión de esta pasada se puede indicar que el modelo es sensible a las infiltraciones por lluvias, pero que no es un factor decisivo en el funcionamiento de éste, particularmente en la zona alta (o de Chacabuco) que es la que más difiere de la realidad.

Ahora, como los niveles medidos de la zona de Chacabuco tampoco dan indicios de registrar los aportes de las lluvias al acuífero, se ha decidido eliminar estas infiltraciones de este sector. Como razones que justifiquen esto se han planteado las siguientes:

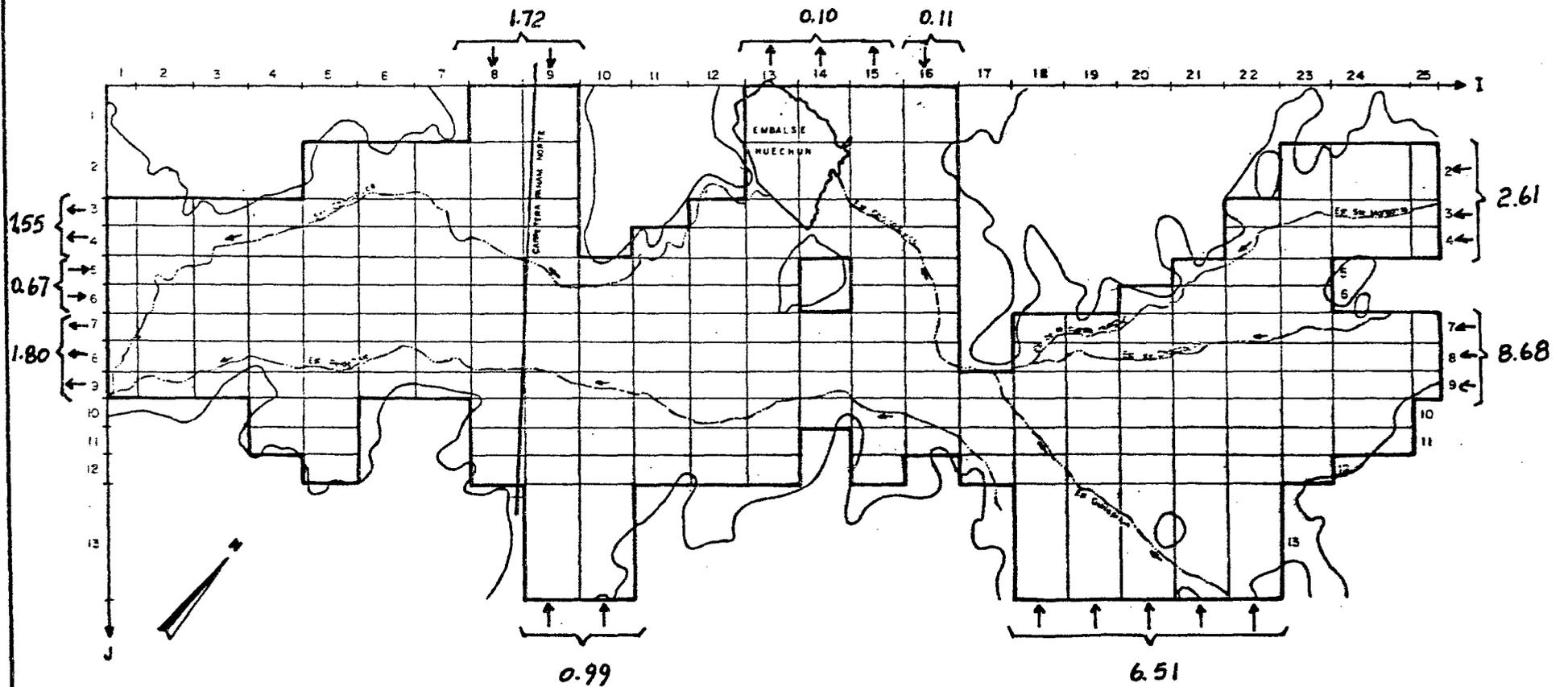
- lo arcilloso de los suelos del sector, aspecto que provocaría que la lluvia no alcanzase a infiltrar hasta el acuífero por quedar retenida en el subsuelo.

- las fuertes pendientes del terreno en la zona, que no permitirían a las precipitaciones más que escurrir superficialmente hasta los cauces localizados aguas abajo.

Adicionalmente, se ha reducido las infiltraciones de riego en este sector al 50% de su valor original, tanto por razones parecidas a las dadas anteriormente para las infiltraciones por lluvias, como por considerar que las dotaciones en esta zona son menores que las estimadas en un principio. Esto último se debería a que se ha visto que las pérdidas en el canal Chacabuco-Polpaico son bastante elevadas, disminuyendo por lo tanto el agua disponible para riego.

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

BALANCE MASICO (Mm^3 / año) PASADA N°4



escala Gráfica
0 1 2 3 Km.

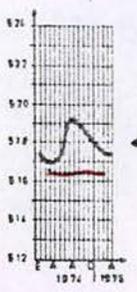
MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

CONTRASTE PIEZOMETRICO PASADA N°4

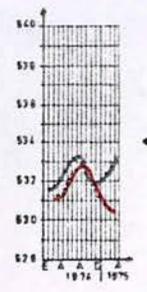
ESCALA GRAFICA
 0 10 20 30 KM

NIVEL MEDIDO = 
 NIVEL SIMULADO = 

3300-7050 D20
 C.T. 524.85



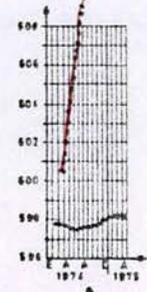
3300-7040 C28
 C.T. 548.82



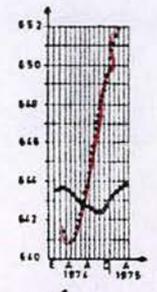
3300-7040 C2
 C.T. 572.60



3300-7040 B10
 C.T. 625.07



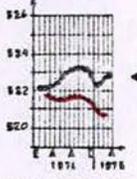
3300-7040 B25
 C.T. 662.00



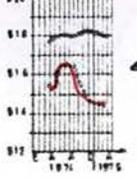
3300-7040 B3
 C.T. 692.00



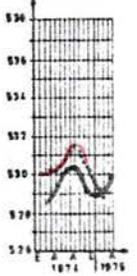
3300-7050 D18
 C.T. 530.00



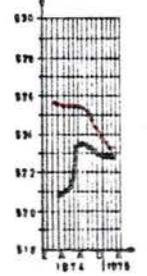
3300-7050 D13
 C.T. 523.90



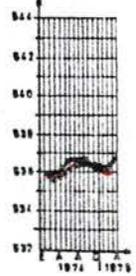
3300-7040 C25
 C.T. 542.59



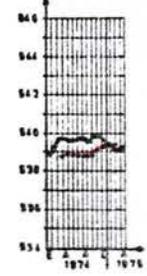
3300-7050 D-6
 C.T. 532.41



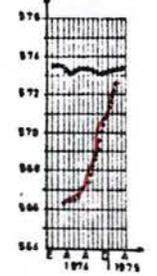
3300-7040 C7
 C.T. 547.20



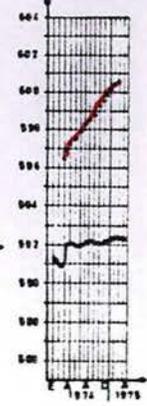
3300-7040 C26
 C.T. 561.44



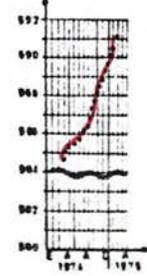
3300-7040 B21
 C.T. 597.89



3300-7040 B17
 C.T. 624.94



3300-7040 B1
 C.T. 607.14



RESUMEN BALANCE MASICO PASADA N° 4

VALORES EN MILLONES M3

MES	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	TOTAL ANUAL
MALLAS EXTERIORES	1.98	1.98	1.69	1.55	1.46	1.38	1.43	1.42	1.38	1.28	1.20	1.12	17.86
RIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VERTIENTES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ALMACENAMIENTO	1.95	1.95	1.67	1.53	1.43	1.35	1.39	1.38	1.33	1.24	1.15	1.07	17.46
BCMBEOS	-2.51	-2.51	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.01	-3.01	-3.76	-3.76	-3.76	-3.76	-25.10
INFILTRACIONES DE RIEGO	2.50	2.50	0.0	0.0	0.0	0.0	2.00	3.00	3.75	3.75	3.75	3.75	25.02
INFILTRACIONES POR LLUVIAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BALANCE TOTAL	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.33

VALORES POSITIVOS INDICAN ENTRADAS AL ACUIFERO

6.2.5. Pasada N° 5.-

Se realizó el 29/11/83 y el resumen del balance má-
sico es el que sigue:

	<u>VOL. (Mm.³/año)</u>
<u>ENTRADAS AL ACUIFERO</u>	
- MALLAS EXTERIORES	3,4
- INFILTRACIONES DE RIEGO	20,8
- INFILTRACIONES POR LLUVIAS	11,8
	36,0
 <u>SALIDAS DESDE EL ACUIFERO</u>	
- BOMBEOS	25,1
 <u>VARIACIONES DE ALMACENAMIENTO</u>	 10,6

Resumiendo lo dicho en las dos pasadas anteriores.
los cambios efectuados entre la 2^a y 5^a Pasada, que es la
que se analiza a continuación, son:

- Nuevos valores de la transmisividad.
- Eliminación total de las infiltraciones por lluvias en la

zona de Chacabuco.

- Redistribución mensual de la lluvia en el resto del valle según los siguientes coeficientes:

MES	MAR	ABR.	MAY	JUN.	JUL.	AGO	SEP	OCT.	NOV.	DIC.	ENE	FEB
$\alpha \%$	0	0	8	52	20	20	0	0	0	0	0	0

que se obtuvieron de distribuir los valores estimados de infiltración mensual según los siguientes porcentajes:

60% para el mes en que cae la lluvia.

20% para el mes siguiente

20% para el mes subsiguiente.

Con esto pretende simularse mejor el fenómeno de recargas por lluvia.

- Disminución, al 50% de su valor original, de las infiltraciones de riego en la zona de Chacabuco.

Los Planos con el detalle por malla de estos cambios, pueden verse junto con los demás de la pasada, al final de este análisis.

Ahora, respecto de la 2ª Pasada, se nota en el plano del Balance Másico una fuerte disminución en las entradas subterráneas desde las cuencas de los esteros Chacabuco y Santa Margarita, así como un aumento de las entradas

desde Peldehue y de las salidas por Chicauma.

Lo primero queda claramente reflejado en el fuerte descenso que experimentan los niveles en el sector Santa Margarita (mallas (23,5) y (24,3)), según puede observarse en el plano de Contraste Piezométrico. Con esto finalmente se ha conseguido que estos niveles desciendan, tal como los medidos lo hacen, aún cuando falta todavía simular el ascenso observado de Octubre a Marzo.

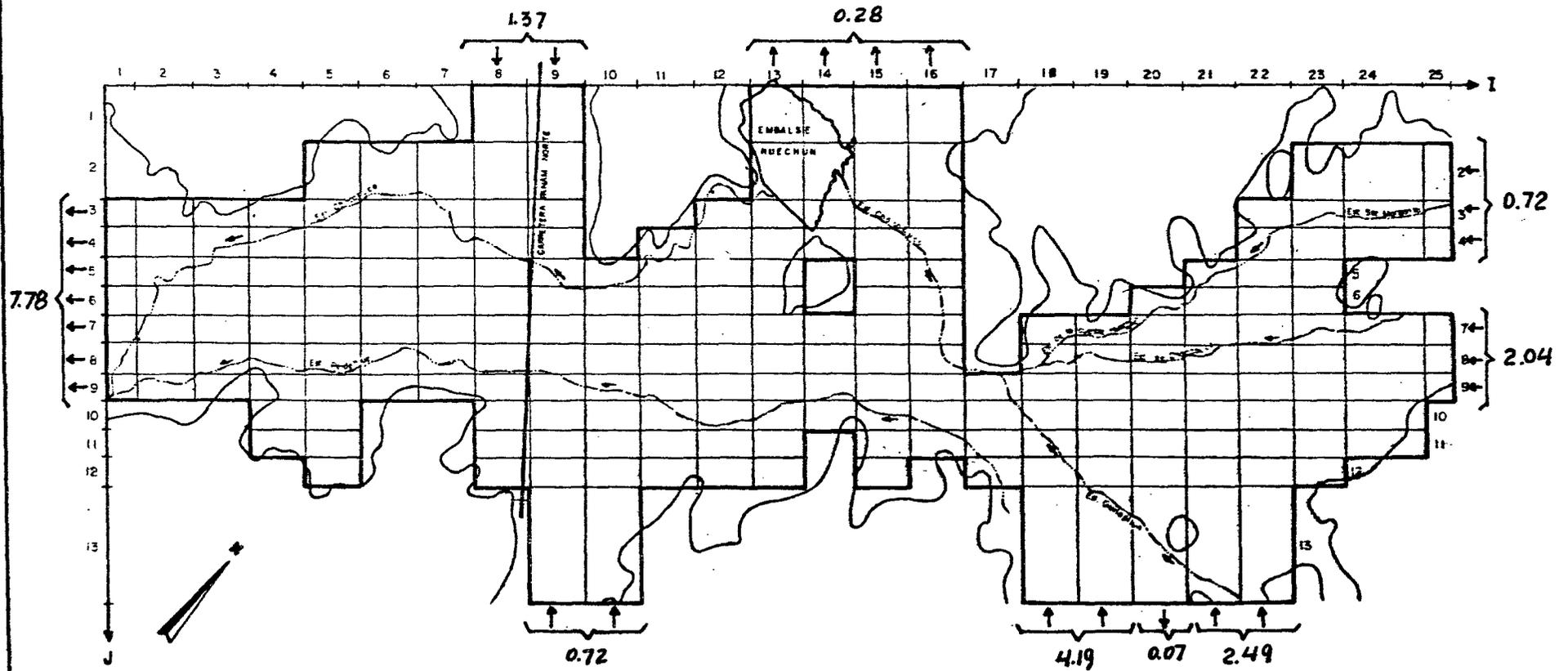
En el resto del área modelada, sin embargo, no se han conseguido grandes cambios.

Esto que se ve claramente en los piezómetros de contraste, lleva a una última posibilidad: cambiar el coeficiente de almacenamiento. Efectivamente, se han modificado los valores de la transmisividad, los de la infiltración de riego y los de las infiltraciones por lluvias, y todavía no cambia la situación en forma sustancial. Queda entonces como único parámetro físico fundamental por analizar, el coeficiente de almacenamiento.

Se ha planteado, por lo tanto, un nuevo plano con estos valores para el mallaje del modelo, que puede verse junto con los resultados de la 6^a Pasada. Respecto de los otros parámetros, la situación es idéntica a la de la 2^a Pasada.

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

BALANCE MASICO (Mm^3 / año) PASADA N°5



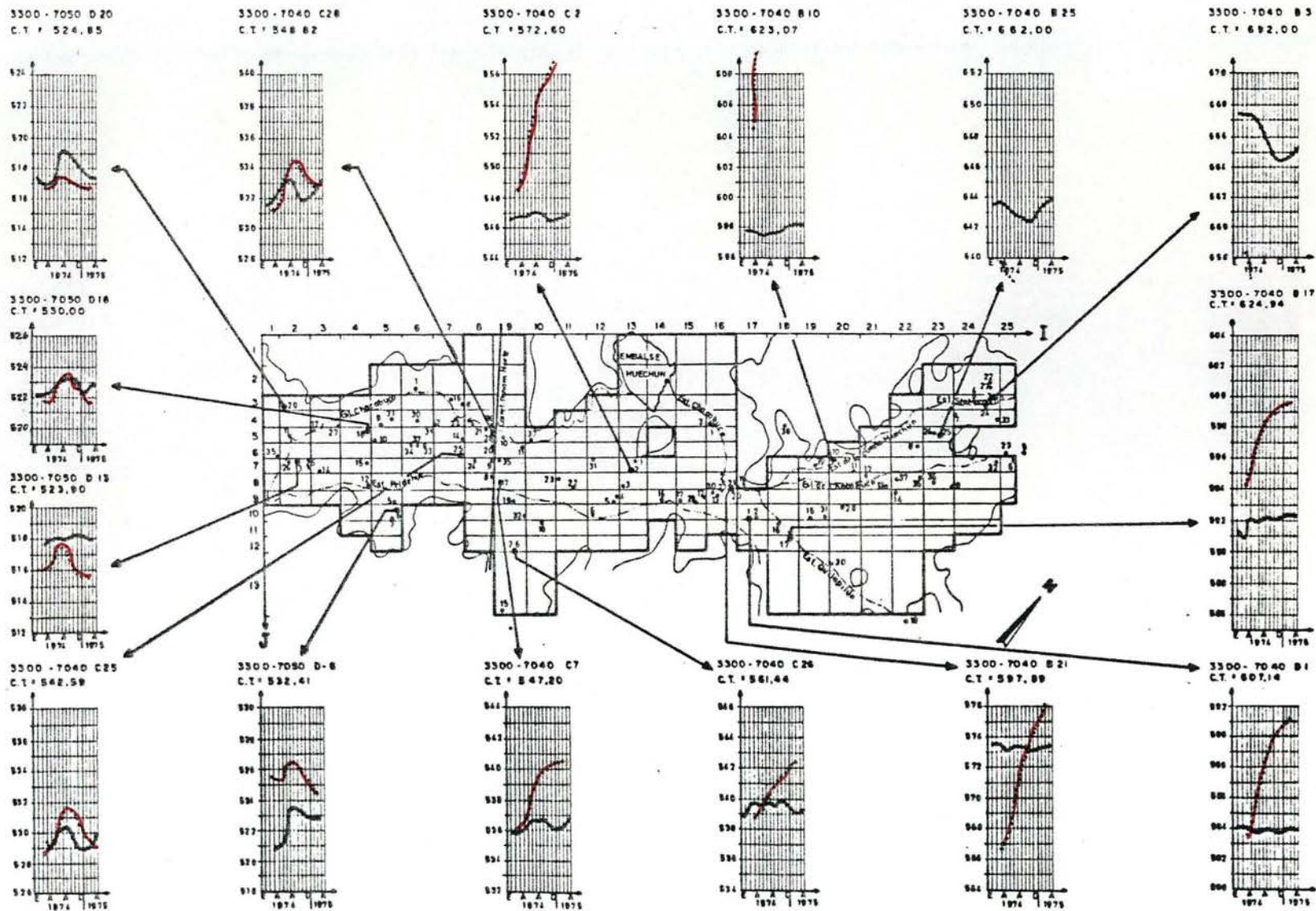
Esala Gráfica
0 1 2 3 Km.

NIVEL MEDIDO : 
 NIVEL SIMULADO : 

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

CONTRASTE PIEZOMETRICO PASADA N°5

ESCALA GRAFICA
 0 10 20 30KM



RESUMEN BALANCE MASICO PASADA N° 5

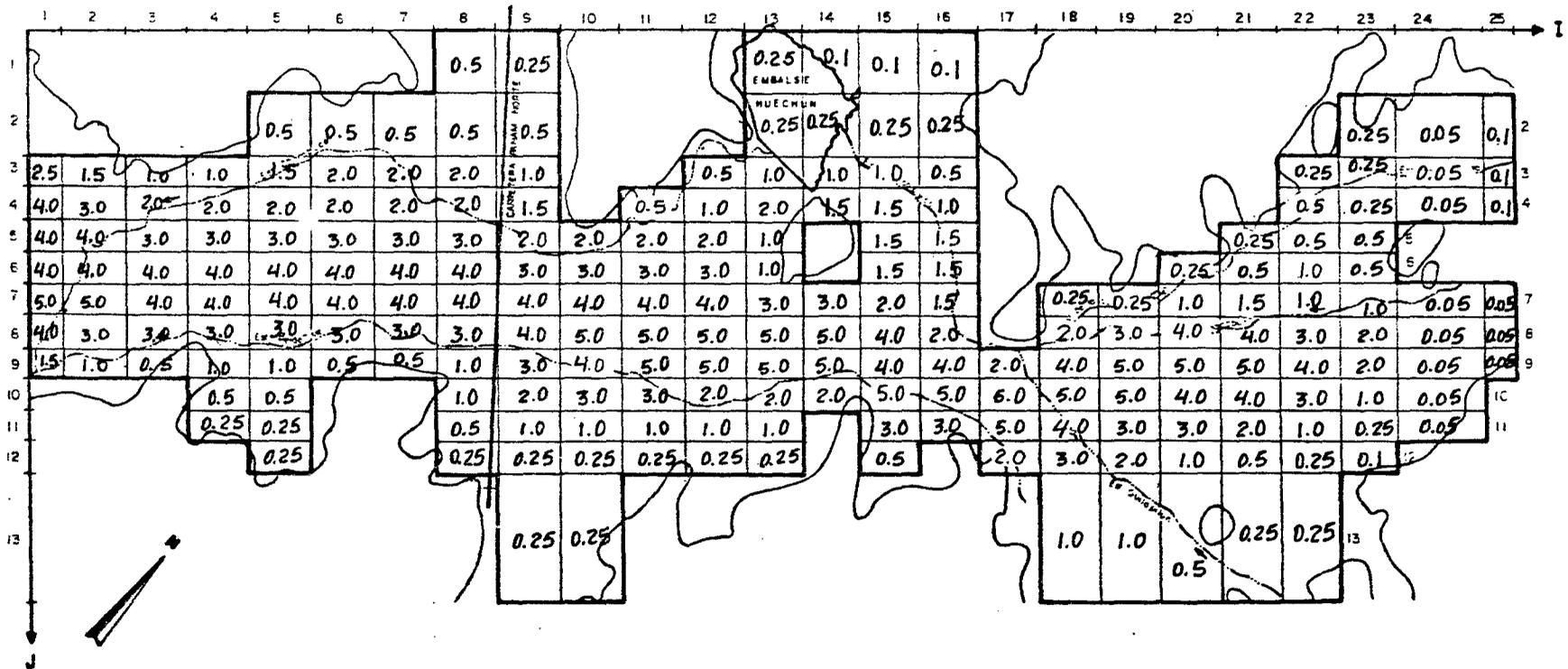
VALORES EN MILLONES M3

MES	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	TOTAL ANUAL
MALLAS EXTERIORES	0.99	0.94	0.52	0.05	-0.09	-0.17	0.01	0.13	0.22	0.25	0.27	0.30	3.43
RIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VERTIENTES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ALMACENAMIENTO	0.54	0.51	1.46	6.14	2.24	2.15	-0.37	-0.41	-0.46	-0.43	-0.40	-0.38	10.58
BOMBEOS	-2.51	-2.51	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.01	-3.01	-3.76	-3.76	-3.76	-3.76	-25.10
INF. DE RIEGO ZONA POLPAICO	1.66	1.66	0.0	0.0	0.0	0.0	1.33	1.99	2.49	2.49	2.49	2.49	16.59
INF. DE RIEGO ZONA CHACABUC	0.42	0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.34	0.51	0.63	0.63	0.63	0.63	4.21
INFILTRACIONES POR LLUVIAS	0.0	0.0	0.94	6.12	2.35	2.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.76
BALANCE TOTAL	0.02	0.00	0.01	3.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.32

VALORES POSITIVOS INDICAN ENTRADAS AL ACUIFERO

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

TRANSMISIVIDAD (miles m²/día) PASADA N° 5



73.-

6.2.6. Pasada N° 6.-

Se efectuó el 30/11/83, con los siguientes resultados para el Balance Másico:

	<u>VOL. (Mm.³/año)</u>
<u>ENTRADAS AL ACUIFERO</u>	
- MALLAS EXTERIORES	16,0
- INFILTRACIONES DE RIEGO	25,0
- INFILTRACIONES POR LLUVIAS	17,2
	<hr/>
TOTAL	58,2
<u>SALIDAS DESDE EL ACUIFERO</u>	
- BOMBEO	25,1
<u>VARIACIONES DE ALMACENAMIENTO</u>	32,3

Comparando estos valores con los obtenidos en la 2^a Pasada, no se notan grandes diferencias.

En el contraste piezométrico, sin embargo, sí que hay cambios importantes.

En efecto, se puede observar en el plano del contraste piezométrico un avance significativo en el ajuste de los piezómetros de las zonas de Chacabuco y la Angostura de Quilapilún.

Sin embargo, las entradas laterales desde Chacabuco y Peldehue aún son altas, según queda registrado en los piezómetros de las mallas (17,10) y (18,12) que mantienen una tendencia al alza de niveles.

Para corregir este aspecto se ha planteado para la 7^a Pasada unos nuevos valores de transmisividad, más bajos en los bordes, y que toman como base los de la 5^a Pasada que se han visto como los más adecuados. Estos nuevos valores se pueden ver en el plano correspondiente para la 7^a Pasada.

Complementando este cambio, está un nuevo trazado de isopiezas para Marzo de 1974 ya que, por no existir mayor apoyo de niveles medidos especialmente en el sector Quilapilún-Chacabuco, es posible modificar la situación original en forma apreciable, sin dejar de respetar ninguno de los puntos de apoyo con que se cuenta. Esto puede verse en el plano de la piezometría inicial para la 7^a Pasada y tiene como objetivo detener la constante subida de niveles en los piezómetros ubicados en la Angostura de Quilapilún.

En cuanto a la lluvia, parece ser que la situación planteada en la 5^a Pasada, sin infiltraciones por lluvias en la zona de Chacabuco, sería la más adecuada y, por lo tanto, será la empleada para la 7^a Pasada.

Respecto del riego, se ha modificado respecto de la situación original lo siguiente:

- Para el sector Chacabuco se han redistribuido las infiltraciones entre las de riego propiamente tal y las que ocurren desde el estero Santa Margarita directamente.

Con esto solamente se están bajando las dotaciones de riego del sector de acuerdo con las pérdidas registradas en el canal Chacabuco-Polpaico, que se incluyen como infiltraciones al acuífero desde el estero Santa Margarita.

- Para toda la zona modelada se ha replanteado el sector regado, de acuerdo a las fotografías aéreas de la C.N.R., eliminando algunas mallas que hasta ahora se habían tenido como regadas.
- Para el sector de Polpaico, es decir, todo lo que no sea Chacabuco, se ha modificado la distribución de riego y bombeos, quedando de la siguiente manera:

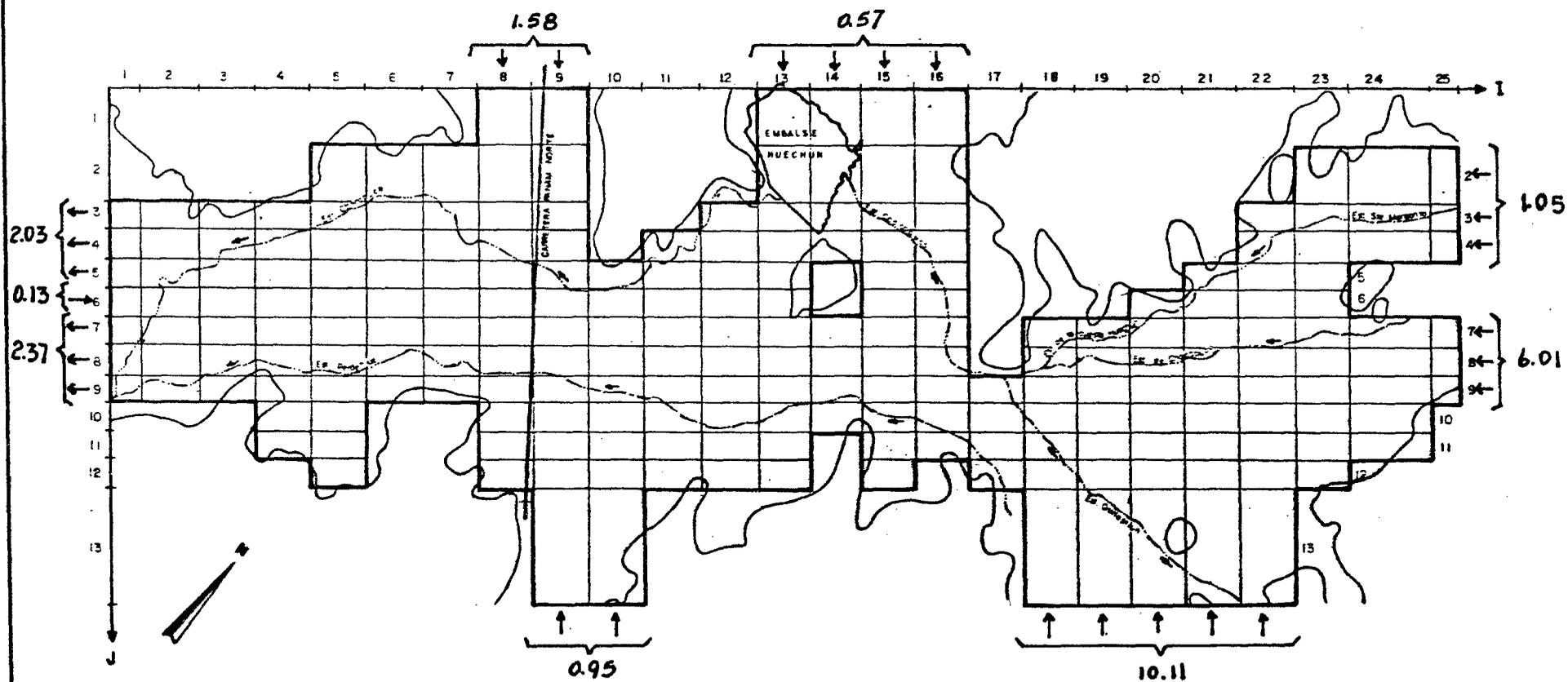
MES	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
α %	10	30	30	20	10	0	0	0	0	0	0	0

Con esto se pretende ajustar mejor los piezómetros de este sector en los últimos meses simulados.

Los nuevos valores de las infiltraciones de riego son los que se incluyen en el plano correspondiente para la 7^a Pasada.

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

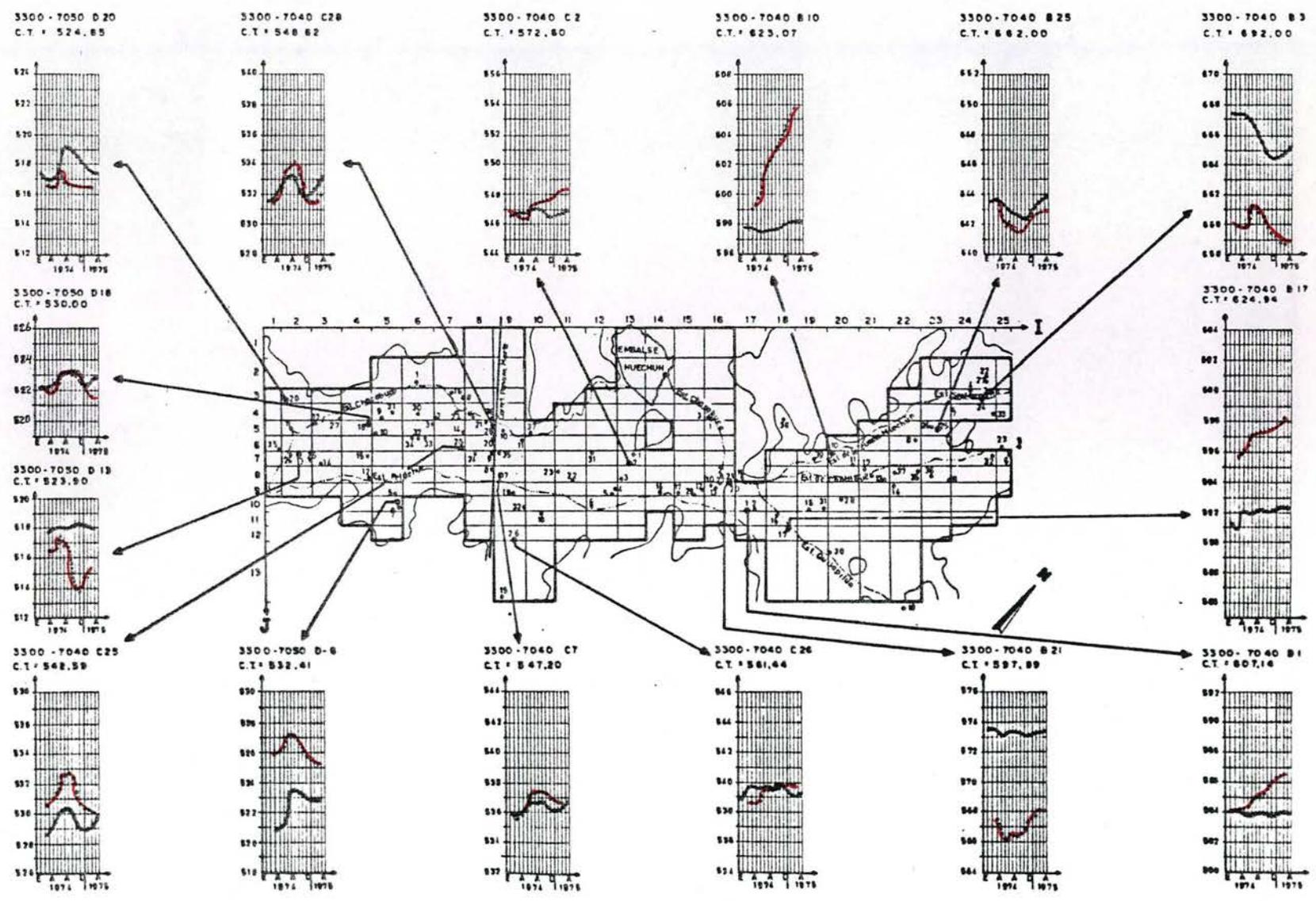
BALANCE MASICO (Mm^3 / año) PASADA N°6



NIVEL MEDIDO = 
 NIVEL SIMULADO = 

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO
 CONTRASTE PIEZOMETRICO PASADA N°6

ESCALA GRAFICA
 0 1.0 2.0 3.0 KM



RESUMEN BALANCE MASICO PASADA N° 6

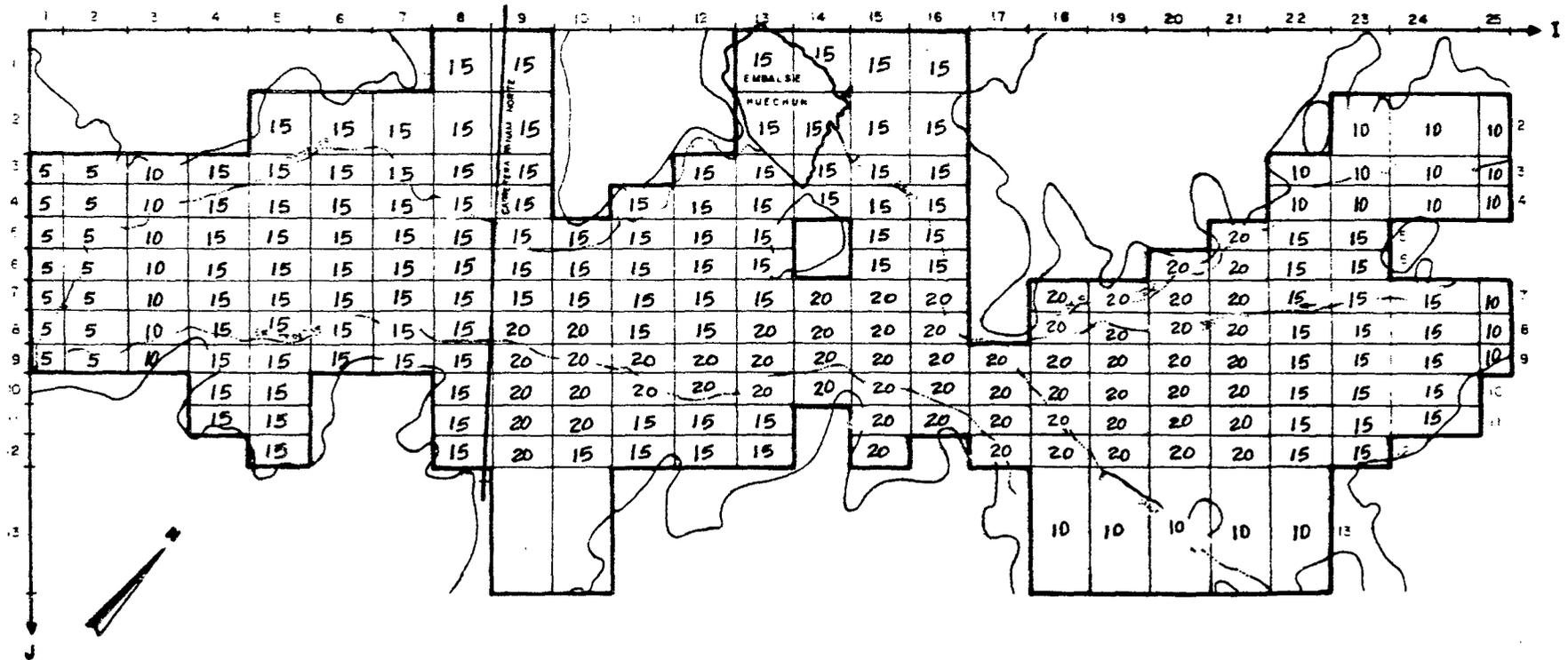
VALORES EN MILLONES M3

MES	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	TOTAL ANUAL
MALLAS EXTERIORES	1.28	1.45	1.43	0.99	1.05	1.15	1.32	1.55	1.63	1.46	1.39	1.28	16.03
RIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VERTIENTES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ALMACENAMIENTO	1.22	1.39	3.50	15.87	0.99	1.10	1.25	1.50	1.55	1.38	1.31	1.21	32.28
BOMBEO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.51	-6.27	-6.27	-3.76	-3.76	-2.51	-25.10
INFILTRACIONES DE RIEGO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.50	6.25	6.25	3.75	3.75	2.50	25.02
INFILTRACIONES POR LLUVIAS	0.0	0.0	2.15	15.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.20
BALANCE TOTAL	0.05	0.06	0.08	0.17	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.06	0.87

VALORES POSITIVOS INDICAN ENTRADAS AL ACUIFERO

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO (%) PASADA N° 6



Esca Gráfica
 0 1 2 3 Km.

6.2.7. Pasada N° 7.-

Se efectuó el 2/12/83, obteniéndose para el Balance Másico el cuadro que sigue:

	<u>VOL. (Mm³/año)</u>
<u>ENTRADAS AL ACUIFERO</u>	
- MALLAS EXTERIORES	1,0
- INFILTRACIONES DE RIEGO	17,8
- INFILTRACIONES POR LLUVIAS	11,8
- INFILTRACIONES ESTERO STA. MARGARITA	3,8
	<hr/>
TOTAL	34,4
 <u>SALIDAS DESDE EL ACUIFERO</u>	
- BOMBEOS	25,1
 <u>VARIACIONES DE ALMACENAMIENTO</u>	
	8,4

Comparando estos valores con los de las pasadas anteriores, queda clara una importante mejoría en el ajuste. En efecto, los cambios de almacenamiento ya han disminuído considerablemente, así como también se tiene casi equilibradas

las entradas y salidas laterales.

En cuanto al contraste piezométrico se ha conseguido un fuerte ajuste en prácticamente toda la zona modelada, lo que se puede apreciar claramente en el plano correspondiente.

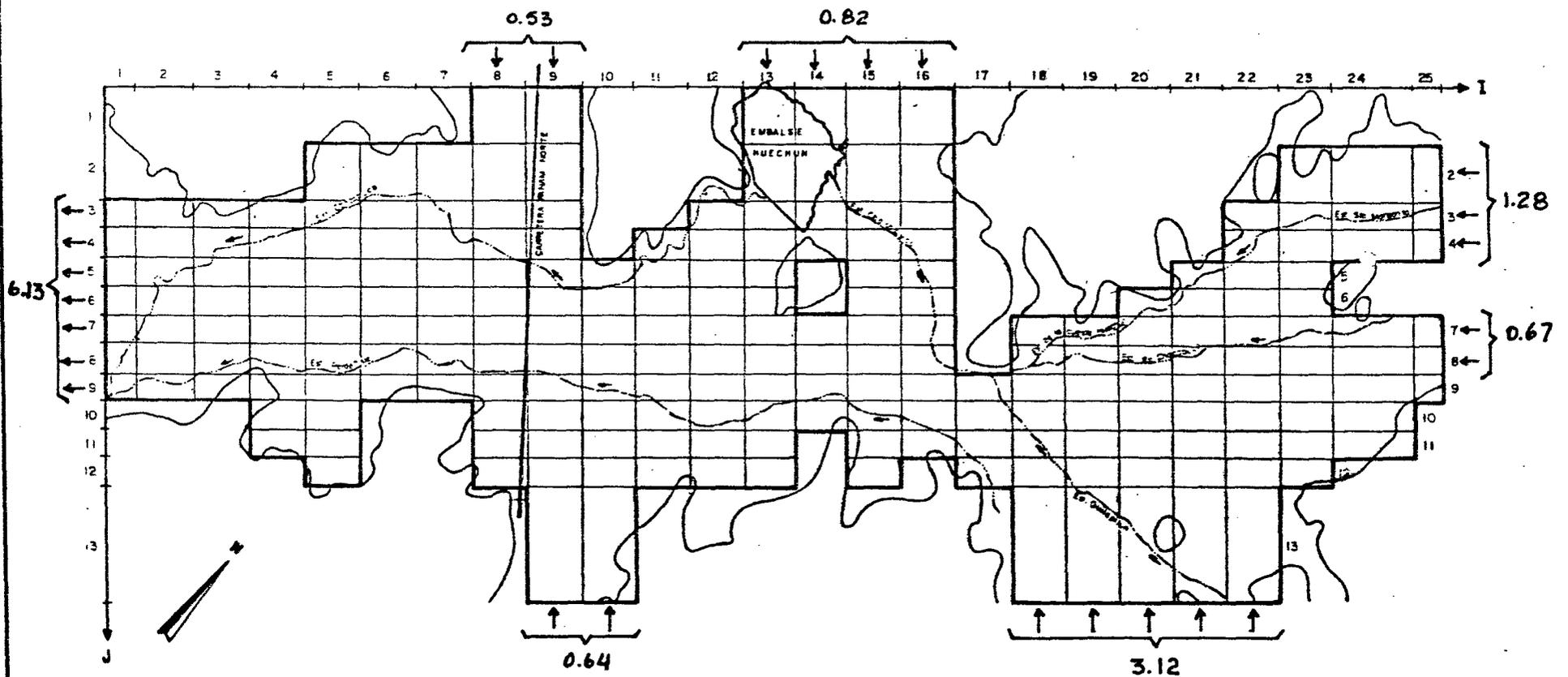
Podría, sin embargo, mejorar la situación en lo que va desde la Angostura de Quilapilún hasta un poco aguas abajo del embalse Huechún.

Para ello se ha planificado una 8ª Pasada con los siguientes cambios respecto de la situación actual:

- Nuevas cotas piezométricas iniciales en el sector de la Angostura de Quilapilún.
- Nuevos valores de la transmisividad en esta misma zona, tendiendo a canalizar el flujo por una franja que va debajo del Estero Peldehue.
- Creación de mallas con infiltraciones por lluvias, actualmente nulas, en el sector de Chacabuco, simuladas como infiltraciones desde el Estero Quilapilún. Esto se hace para evitar el descenso de los niveles simulados en los meses de Marzo a Septiembre en la zona de la Angostura de Quilapilún, que los piezómetros de contraste no registran.

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

BALANCE MASICO (Mm^3 / año) PASADA N°7



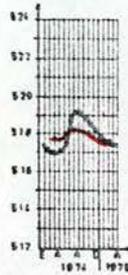
Escala Gráfica
0 1 2 3 Km.

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO
 CONTRASTE PIEZOMETRICO PASADA N°7

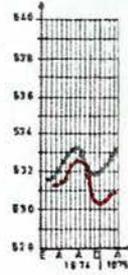
ESCALA GRAFICA
 0 10 20 30 KM

NIVEL MEDIDO : 
 NIVEL SIMULADO : 

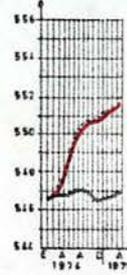
3300-7050 D20
 C.T. = 524.85



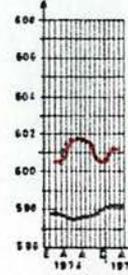
3300-7040 C28
 C.T. = 548.82



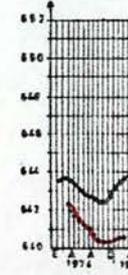
3300-7040 C2
 C.T. = 572.60



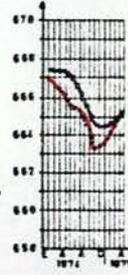
3300-7040 B10
 C.T. = 623.07



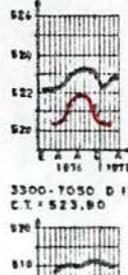
3300-7040 B25
 C.T. = 662.00



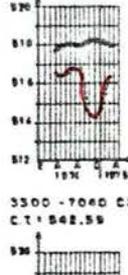
3300-7040 B3
 C.T. = 692.00



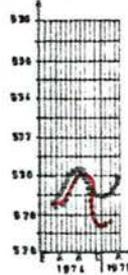
3300-7050 D18
 C.T. = 530.00



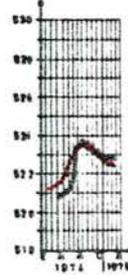
3300-7050 D15
 C.T. = 523.80



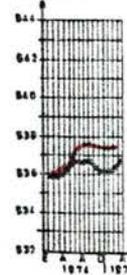
3300-7040 C25
 C.T. = 642.59



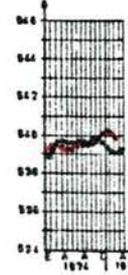
3300-7050 D-6
 C.T. = 532.41



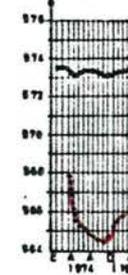
3300-7040 C7
 C.T. = 647.20



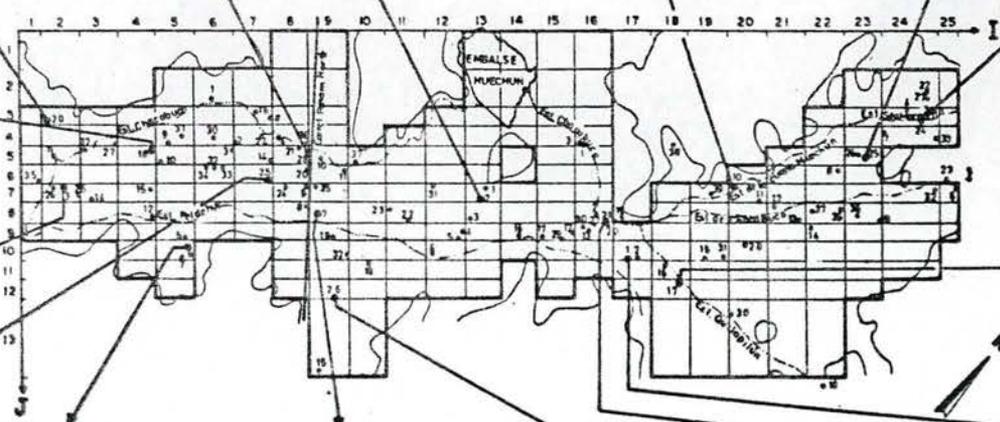
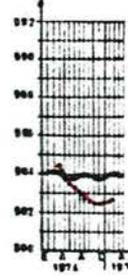
3300-7040 C26
 C.T. = 561.44



3300-7040 B21
 C.T. = 597.89



3300-7040 B1
 C.T. = 607.14



RESUMEN BALANCE MASICO PASADA N° 7

VALORES EN MILLONES M3

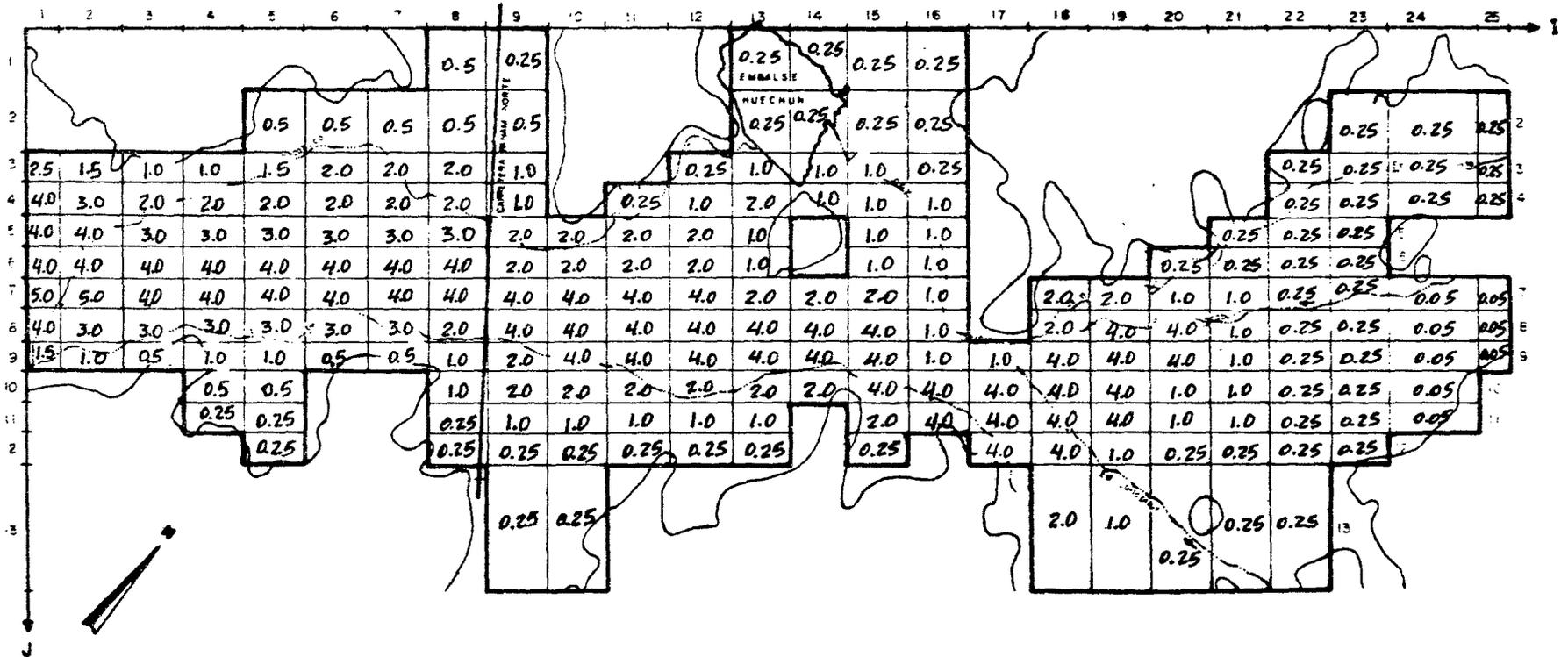
MES	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	TOTAL ANUAL
MALLAS EXTERIORES	-0.14	0.03	0.00	-0.20	-0.23	-0.24	-0.01	0.42	0.57	0.45	0.27	0.06	0.99
RIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VERTIENTES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ALMACENAMIENTO	-0.20	-0.04	1.11	5.61	2.06	2.05	-1.52	-3.99	-1.11	0.23	1.49	2.73	8.42
BOMBEO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.51	-7.53	-7.53	-5.02	-2.51	0.0	-25.10
INF. DE RIEGO ZONA PGLPAICO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.06	3.19	3.19	2.13	1.06	0.0	10.64
INF. DE RIEGO ZONA CHACABUC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.79	1.79	1.79	1.79	7.15
INF. DEL ESTERO STA. MARGARIT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.94	0.94	0.94	0.94	3.78
INFILTRACIONES POR LLUVIAS	0.0	0.0	1.18	5.88	2.35	2.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.76
BALANCE TOTAL	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.81

VALORES POSITIVOS INDICAN ENTRADAS AL ACUIFERO

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

TRANSMISIVIDAD (miles m²/día)

PASADA N° 7

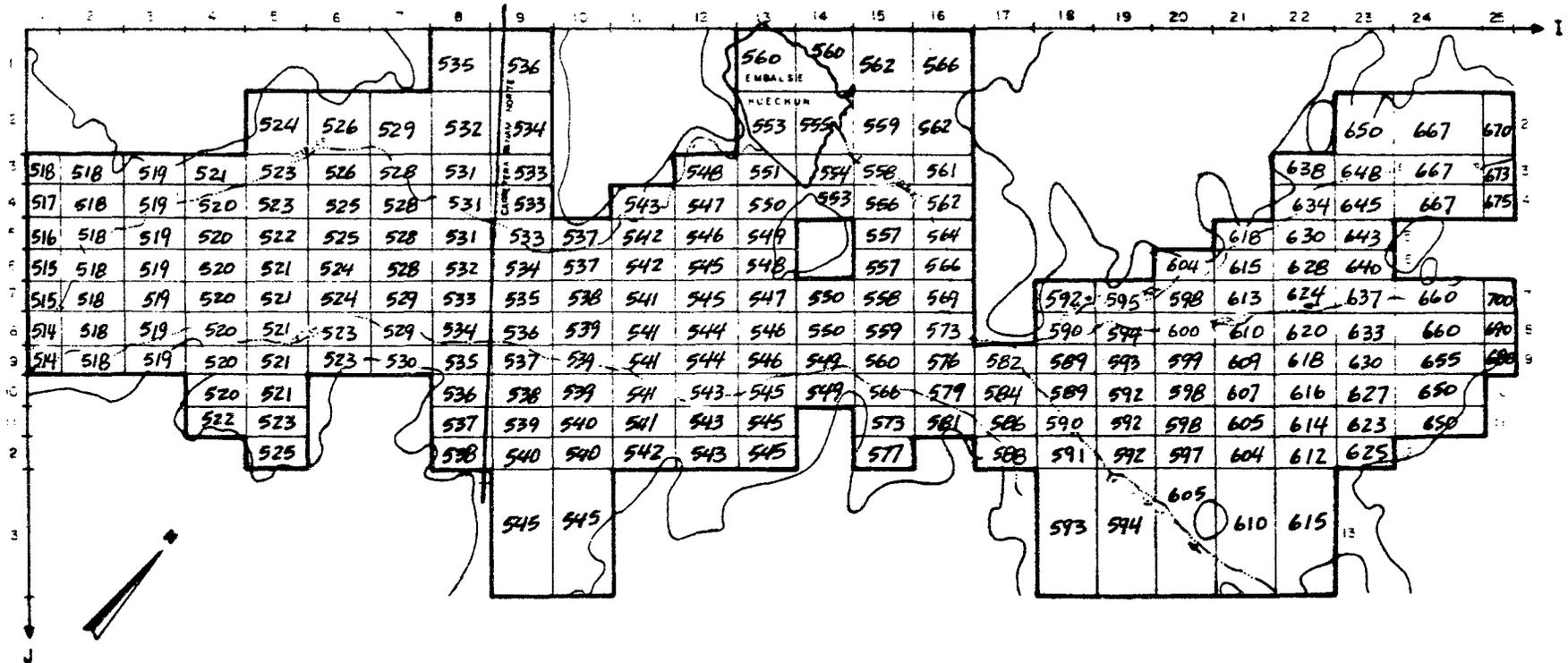


Escala Gráfica
 0 1 2 3 Km.

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

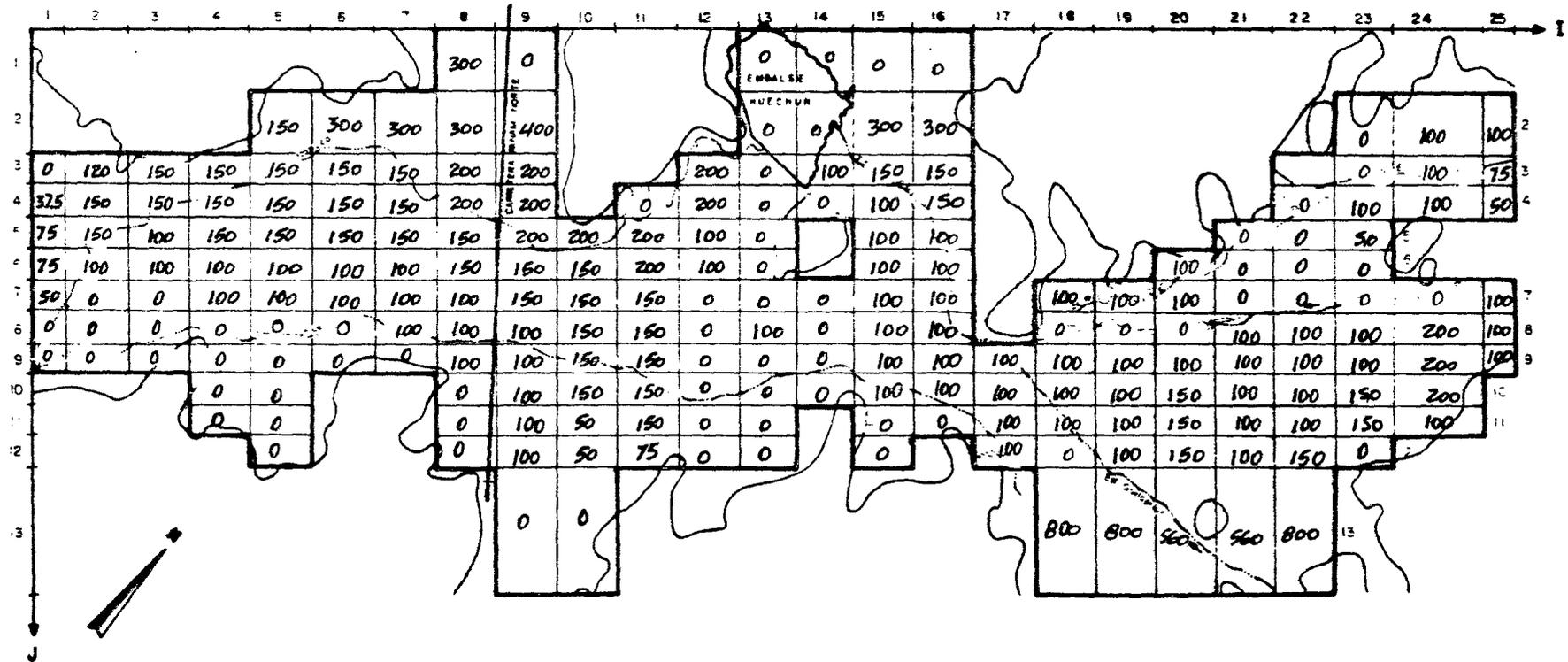
PIEZOMETRIA INICIAL (m)

PASADA N° 7



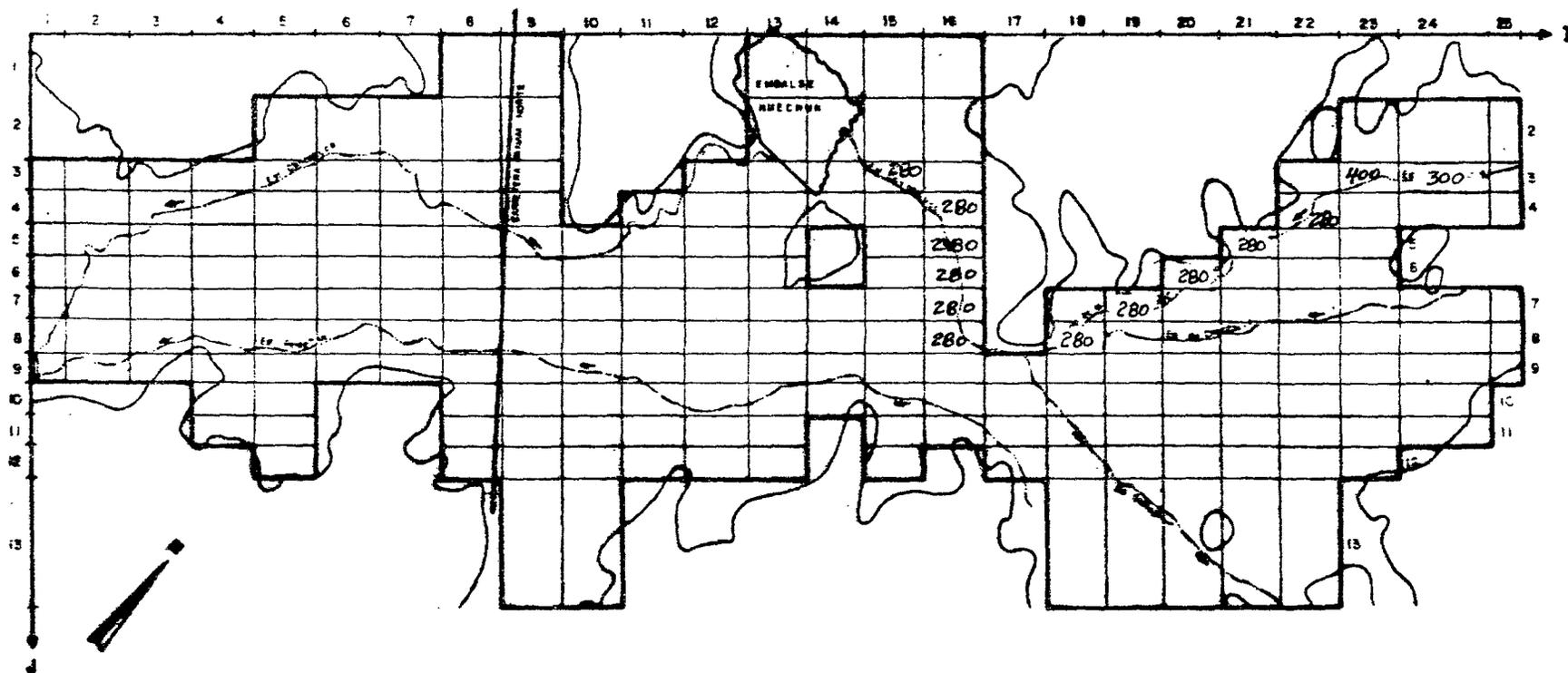
MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

INFILTRACIONES DE RIEGO (miles m³/año) PASADA N° 7



MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

INF. DESDE ESTERO STA. MARGARITA (miles m³/año) PASADA N° 7



Escala Gráfica
0 1 2 3 Km.

6.2.8. Pasada N° 8.-

Se efectuó el 6/12/83, obteniéndose del Balance Má-
sico el siguiente cuadro:

	<u>VOL. (Mm³/año)</u>
<u>ENTRADAS AL ACUIFERO</u>	
- MALLAS EXTERIORES	1,7
- INFILTRACIONES DE RIEGO	17,8
- INFILTRACIONES POR LLUVIAS	11,8
- INFILTRACIONES ESTERO STA. MARGARITA	3,8
- INFILTRACIONES ESTERO QUILAPILUN	1,4
	<hr/>
TOTAL	36,5
 <u>SALIDAS DESDE EL ACUIFERO</u>	
- BOMBEOS	25,1
 <u>VARIACIONES DE ALMACENAMIENTO</u>	 10,6

Estos valores no difieren prácticamente en nada de los obtenidos en la 7^a Pasada. Tampoco el detalle de las entradas y salidas laterales, presente en el plano del Balan-

ce Másico, tiene diferencias que merezcan mención.

En el contraste piezométrico sí que hay cambios notorios, los que se manifiestan fundamentalmente en un mejor ajuste para el sector de Chacabuco y la Angostura de Quilapilún. No hubo gran mejoría, en cambio, para el sector del embalse Huechún, manteniéndose un alza sostenida en los niveles simulados.

Sin embargo, observando el plano del contraste piezométrico, queda en claro una gran coincidencia entre lo medido y lo simulado para la mayor parte de los piezómetros. Con esto, unido a los razonables valores que da el balance másico, y considerando la cantidad de información con que se ha dispuesto para preparar los datos de entrada, puede considerarse ajustado este modelo.

Es evidente que el ajuste podría mejorarse, pero para ello sería necesario recopilar abundante información adicional a la disponible para este estudio. Debe quedar en claro también, que los datos de base ocupados son bastantes y de buena calidad; pero ocurre que, a medida que se desarrolla el modelo, aparece la necesidad de un mayor conocimiento de ciertos sectores del acuífero, o bien, de ampliar y completar la información existente.

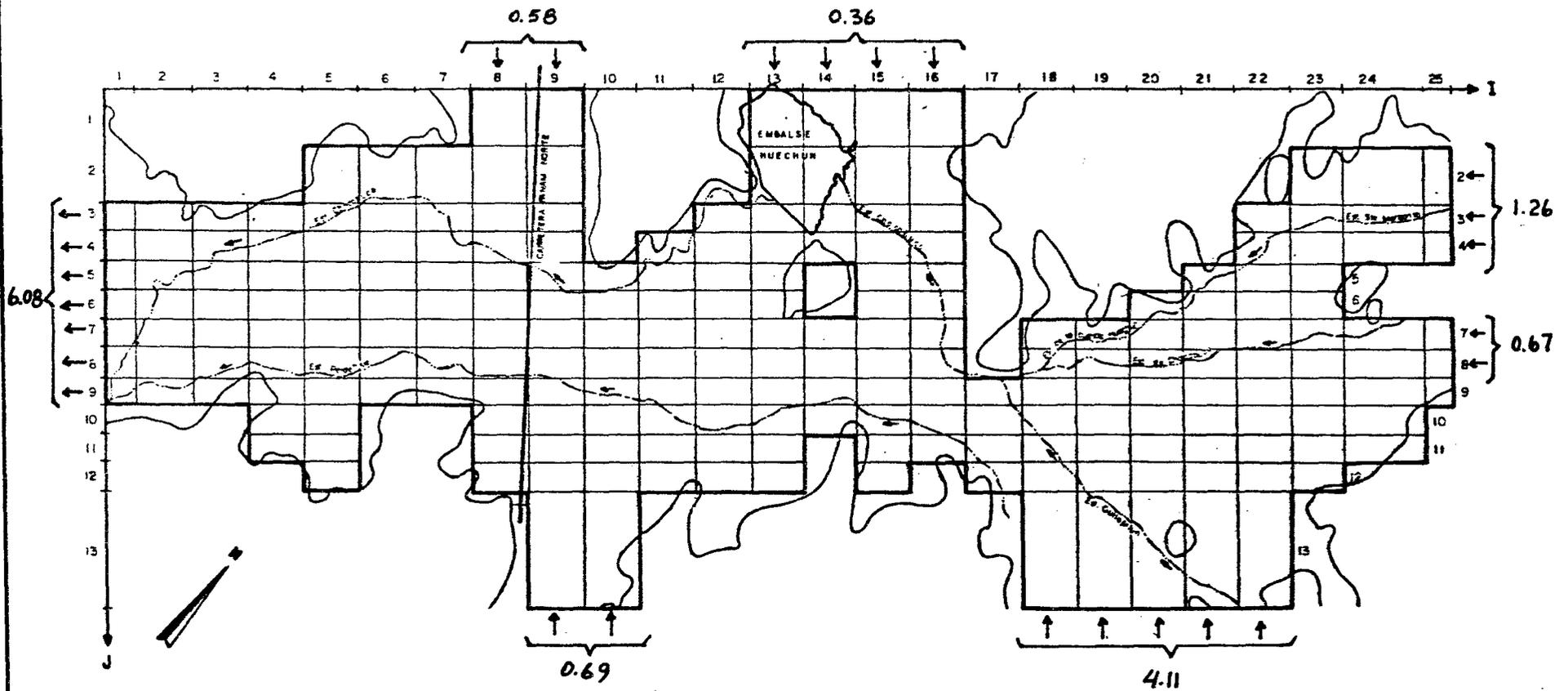
A continuación se presentan las conclusiones del proceso de ajuste del modelo. Estas incluyen dos aspectos fundamentales.

Primeramente se hace un análisis del funcionamiento del acuífero en la zona estudiada, de acuerdo a lo indicado por el modelo. Junto con esto se proponen 2 pasadas de simulación, donde se analiza el comportamiento del acuífero frente a nuevas formas de explotación.

Posteriormente, como respuesta a las limitantes del calaje antes mencionadas, se da una lista con los datos de terreno que sería necesario obtener para lograr un mejor ajuste del modelo.

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

BALANCE MASICO (Mm^3 / año) PASADA N°8



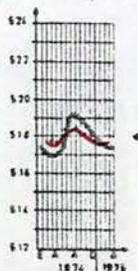
NIVEL MEDIDO = 
 NIVEL SIMULADO = 

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

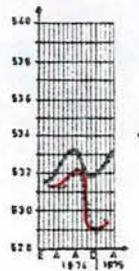
CONTRASTE PIEZOMETRICO PASADA N°8

ESCALA GRAFICA
 0 10 20 30 KM

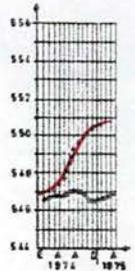
3300-7050 D20
 C.T. = 524.85



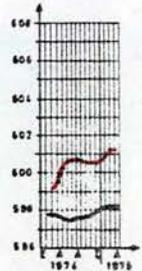
3300-7040 C28
 C.T. = 548.82



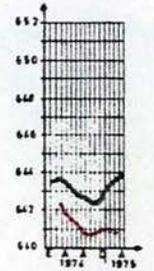
3300-7040 C2
 C.T. = 572.60



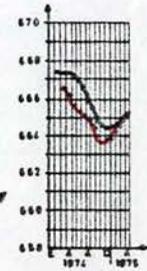
3300-7040 B10
 C.T. = 623.07



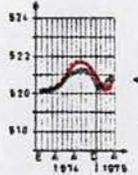
3300-7040 B25
 C.T. = 662.00



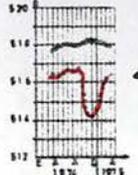
3300-7040 B3
 C.T. = 692.00



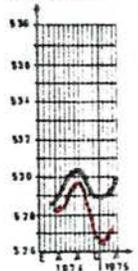
3300-7050 D18
 C.T. = 530.00



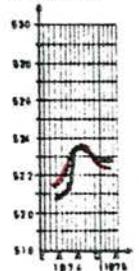
3300-7050 D13
 C.T. = 523.90



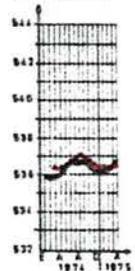
3300-7040 C25
 C.T. = 542.58



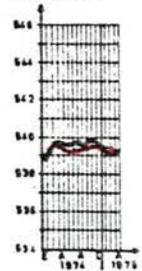
3300-7050 D-6
 C.T. = 532.41



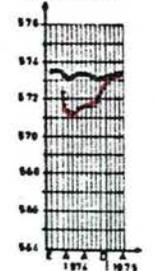
3300-7040 C7
 C.T. = 547.20



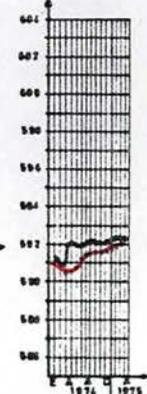
3300-7040 C26
 C.T. = 561.44



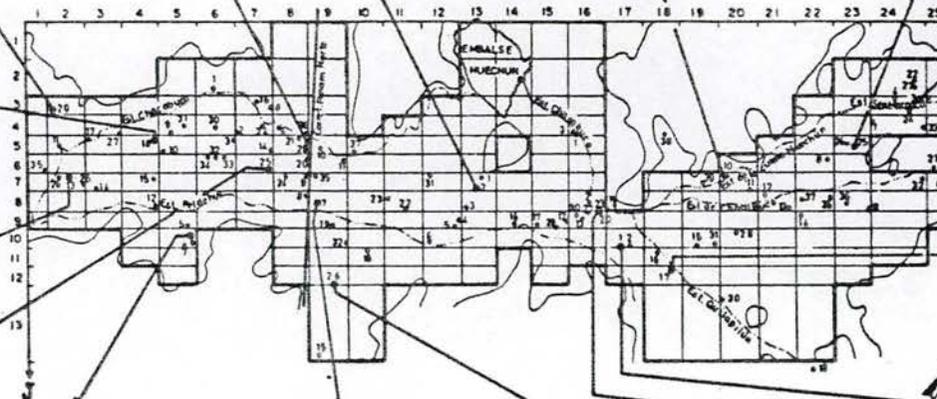
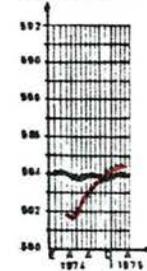
3300-7040 B21
 C.T. = 597.89



3300-7040 B17
 C.T. = 624.94



3300-7040 D1
 C.T. = 607.14



RESUMEN BALANCE MASICO PASADA N° 8

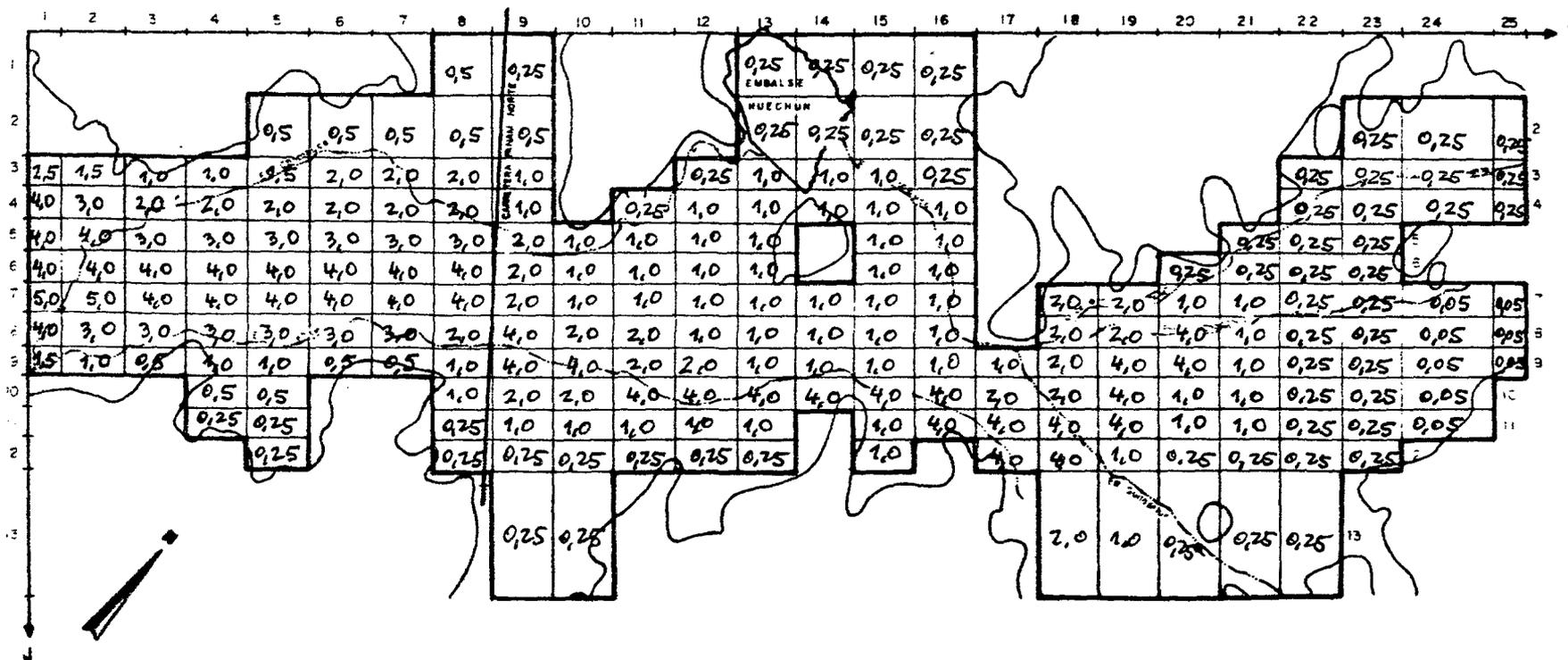
VALORES EN MILLONES M3

MES	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	TCTAL ANUAL
MALLAS EXTERIORES	-0.00	0.19	0.14	-0.10	-0.16	-0.19	0.01	0.42	0.55	0.44	0.27	0.08	1.65
RIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VERTIENTES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ALMACENAMIENTO	-0.07	0.13	1.53	6.00	2.41	2.38	-0.50	-1.83	-0.75	-0.14	0.42	0.97	10.56
BOMBEO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.51	-7.53	-7.53	-5.02	-2.51	0.0	-25.10
INF. DE RIEGO ZONA POLPAICO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.06	3.19	3.19	2.13	1.06	0.0	10.64
INF. DE RIEGO ZONA CHACABUC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.72	2.16	2.16	1.44	0.72	0.0	7.20
INF. DEL ESTERO STA. MARGARIT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.94	0.94	0.94	0.94	3.78
INFILTRACIONES POR LLUVIAS	0.0	0.0	1.18	5.98	2.35	2.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.76
INF. ESTERO QUILAPILUN	0.0	0.0	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.40
BALANCE TOTAL	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.77

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

TRANSMISIVIDAD (miles m^2 / día)

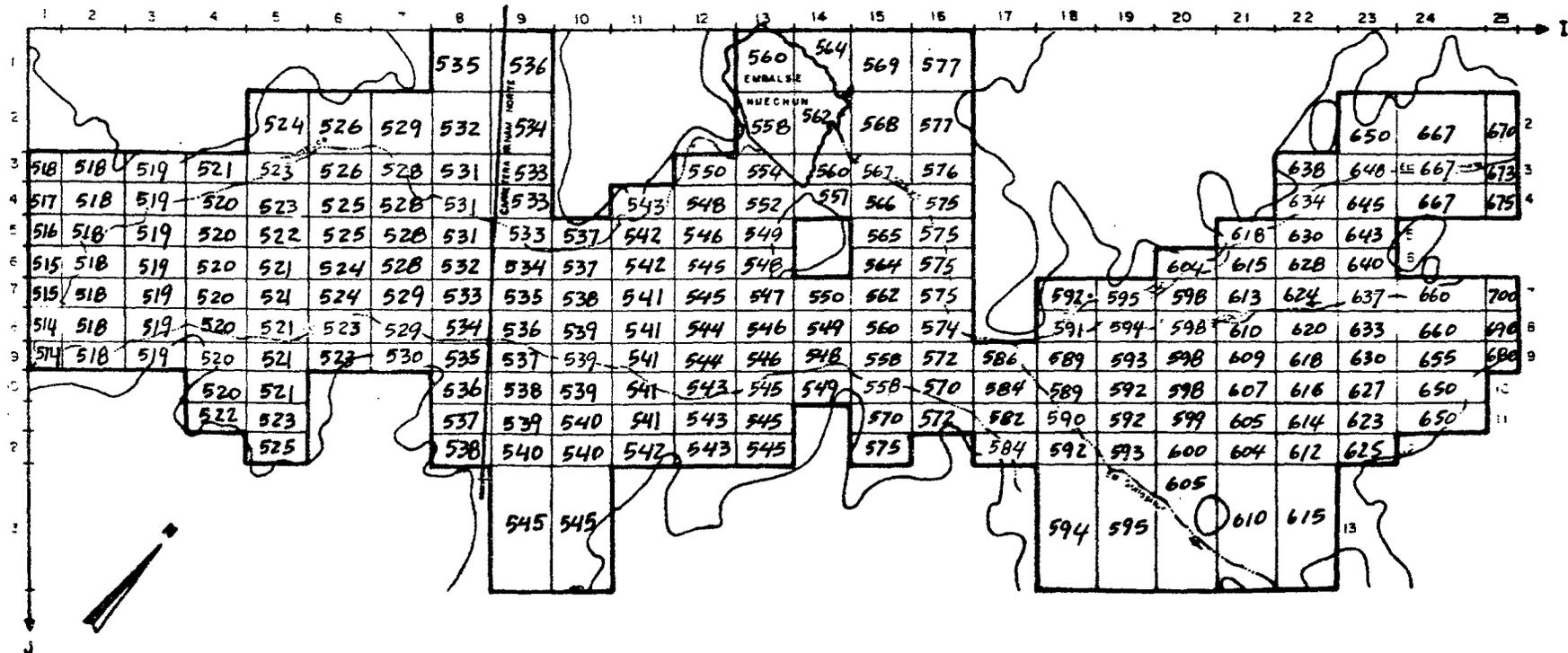
PASADA N° 8



MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

PIEZOMETRIA INICIAL (m)

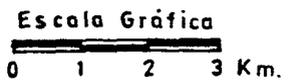
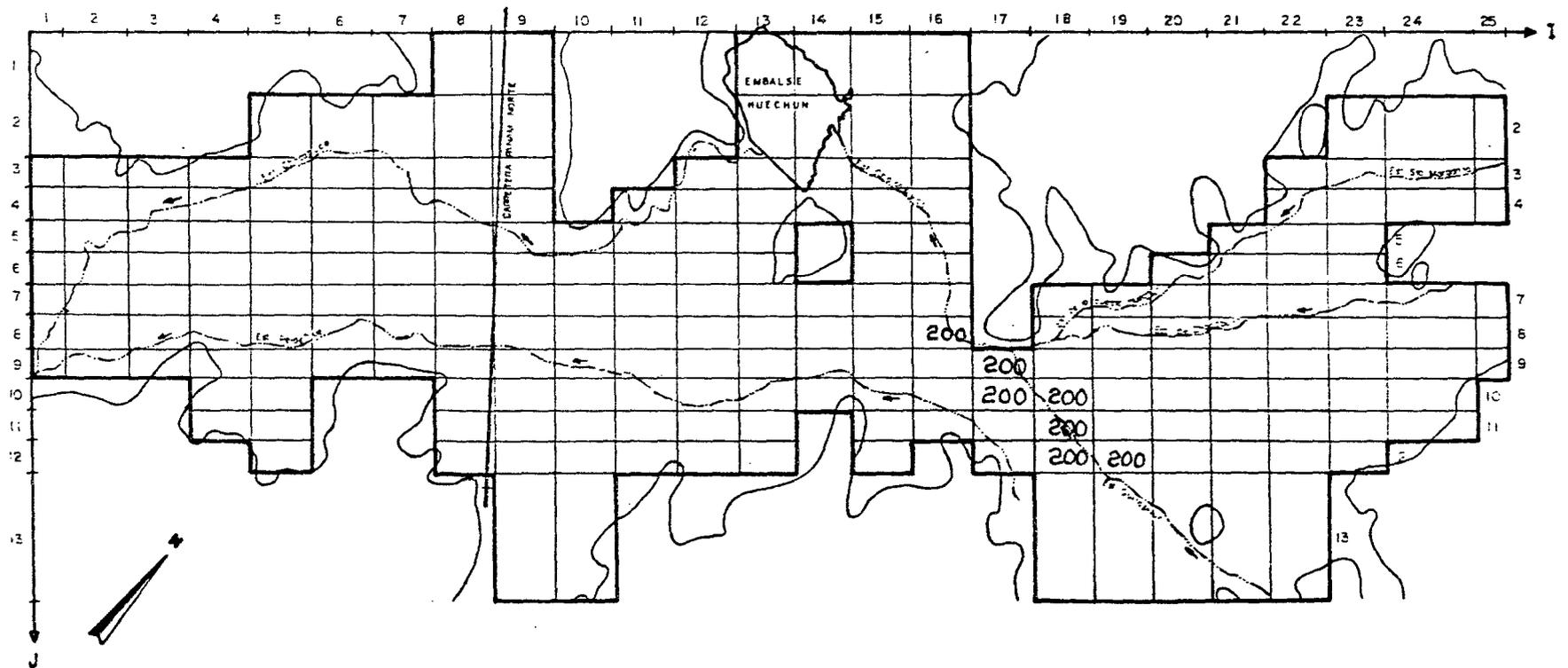
PASADA N° 8



Escala Gráfica
 0 1 2 3 Km.

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

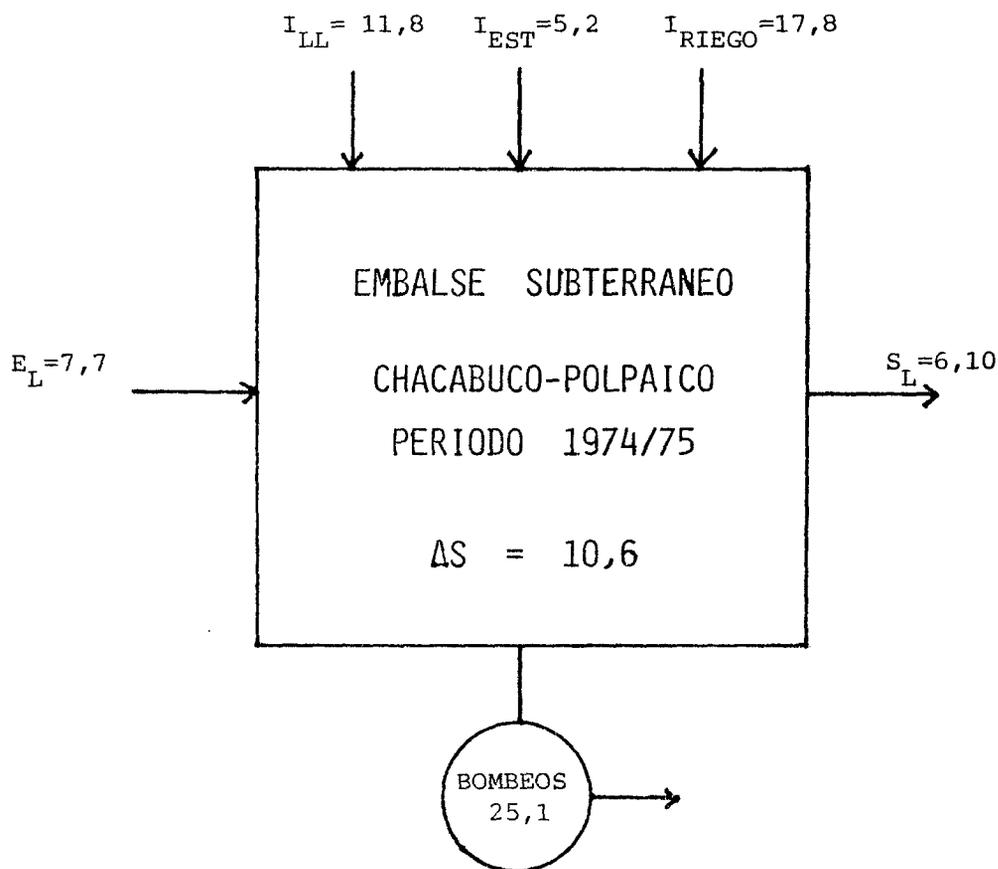
INFILTRACIONES ESTERO QUILAPILUN (miles m³/año) PASADA N° 8



6.3. CONCLUSIONES

6.3.1. Esquema del funcionamiento del acuífero.-

El esquema de funcionamiento que se presenta a continuación se basa exclusivamente en los resultados entregados por la simulación del acuífero hecha por el modelo.



Valores en (Millones m³/año)

Donde :

I_{LL} → Infiltraciones por lluvias.

I_{EST} → infiltraciones desde esteros.

I_{RIEGO} → infiltraciones de riego

E_L → entradas subterráneas al acuífero.

S_L → salidas subterráneas desde el acuífero.

ΔS → variaciones de almacenamiento.

El esquema anterior se refiere al comportamiento global del acuífero. Ahora, profundizando el análisis, pueden distinguirse dos grandes zonas de comportamiento homogéneo. Estas son: la ubicada aguas arriba de la Angostura de Quilapilún, que se ha denominado Chacabuco, y la que se localiza aguas abajo de la citada angostura, llamada Polpaico.

En la zona de Chacabuco la recarga del acuífero se efectuaría por:

- Infiltraciones de riego
- Infiltraciones desde los esteros Santa Margarita y Quilapilún.
- Entradas subterráneas desde las cuencas de los esteros Santa Margarita, Chacabuco y Peldehue.

En el caso de la infiltración desde esteros, se han supuesto recargas en época de lluvias en el Quilapilún, mientras que para el Santa Margarita la recarga ocurriría cuando trae agua el Canal Chacabuco-Polpaico, es decir, en la época de riego.

Las descargas del acuífero en esta zona serían las siguientes:

- Bombeos
- Salidas subterráneas por la Angostura de Quilapilún.

Para la zona de Polpaico las fuentes de recarga serían:

- Infiltraciones de riego
- Infiltraciones por lluvias
- Entradas subterráneas desde el sector Chacabuco, a través de la Angostura de Quilapilún.

Y las salidas:

- Bombeos
- Salidas subterráneas por Chicauma.

Todo lo indicado en el análisis queda claramente expuesto en el cuadro RESUMEN BALANCE MASICO de la 8^a Pasada, que se acompaña a continuación.

101.-

Posteriormente se entrega los valores por malla, de cada uno de los diferentes datos de entrada empleados en la última pasada de ajuste. Con esto se completa este esquema de funcionamiento del acuífero.

1101802

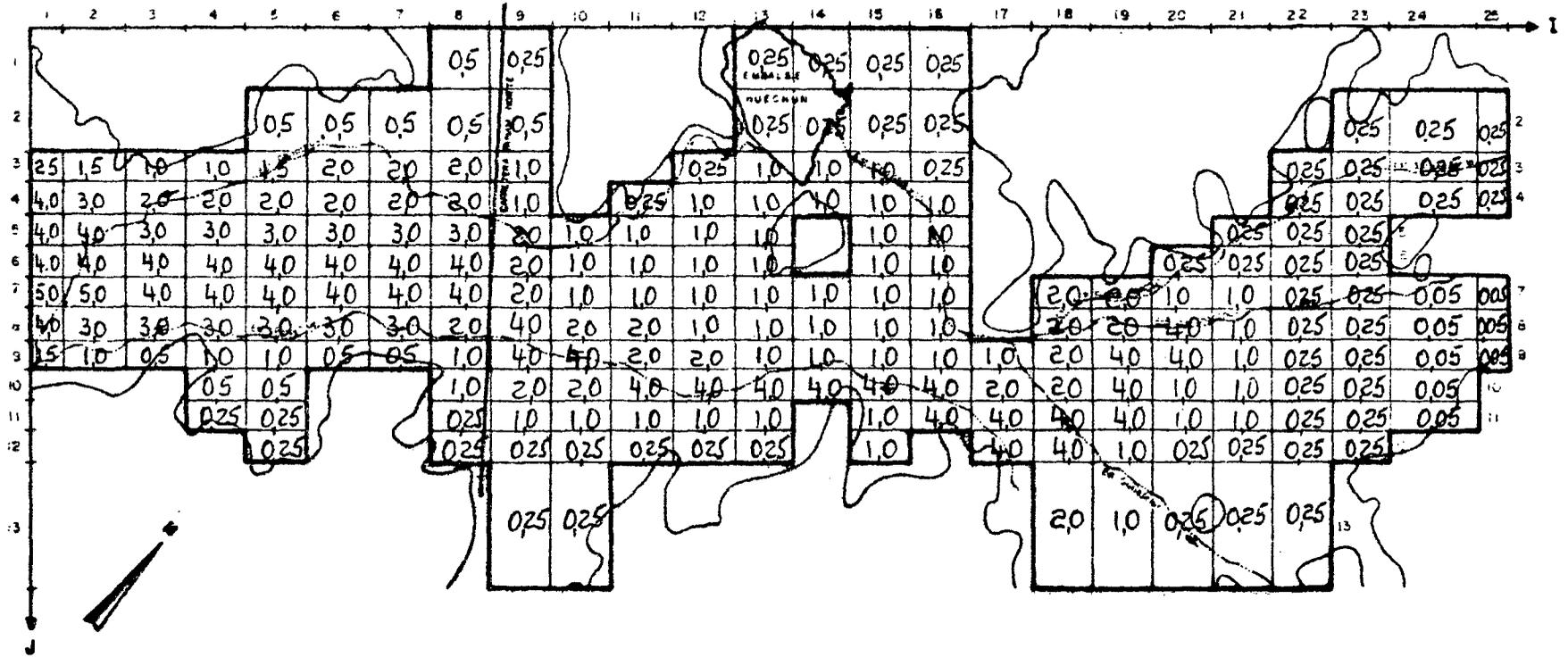
RESUMEN BALANCE MASICO PASADA N° 8

VALORES EN MILLONES M3

MES	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	TOTAL ANUAL
MALLAS EXTERIORES	-0.00	0.19	0.14	-0.10	-0.16	-0.19	0.01	0.42	0.55	0.44	0.27	0.08	1.65
RIQ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VERTIENTES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ALMACENAMIENTO	-0.07	0.13	1.53	6.00	2.41	2.38	-0.50	-1.83	-0.75	-0.14	0.42	0.97	10.56
BOMBEOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.51	-7.53	-7.53	-5.02	-2.51	0.0	-25.10
INF. DE RIEGO ZONA POLPAICO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.06	3.19	3.19	2.13	1.06	0.0	10.64
INF. DE RIEGO ZONA CHACABUC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.72	2.16	2.16	1.44	0.72	0.0	7.20
INF. DEL ESTERO STA.MARGARIT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.94	0.94	0.94	0.94	3.78
INFILTRACIONES POR LLUVIAS	0.0	0.0	1.18	5.88	2.35	2.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.76
INF. ESTERO QUILAPILUN	0.0	0.0	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.46
BALANCE TOTAL	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.77

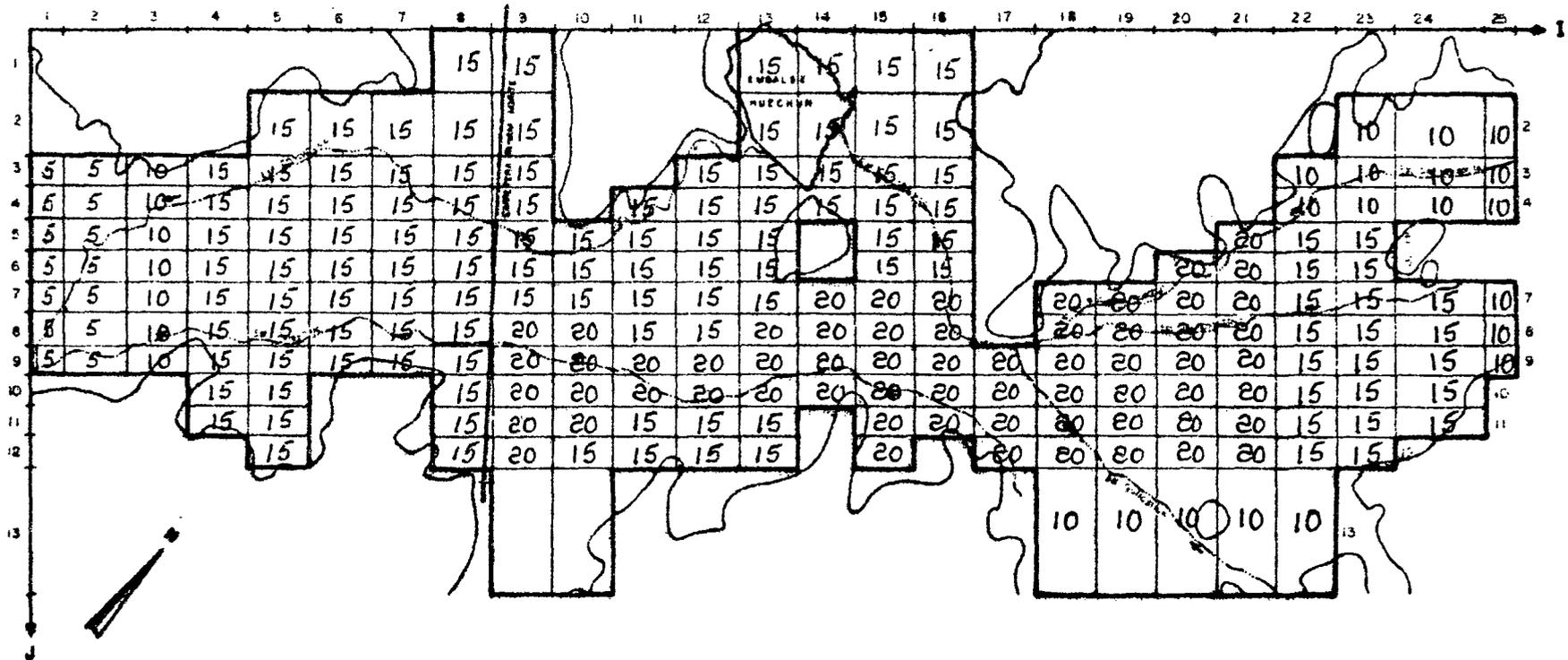
MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

TRANSMISIVIDAD (miles m²/día) VALORES FINALES AJUSTE



MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

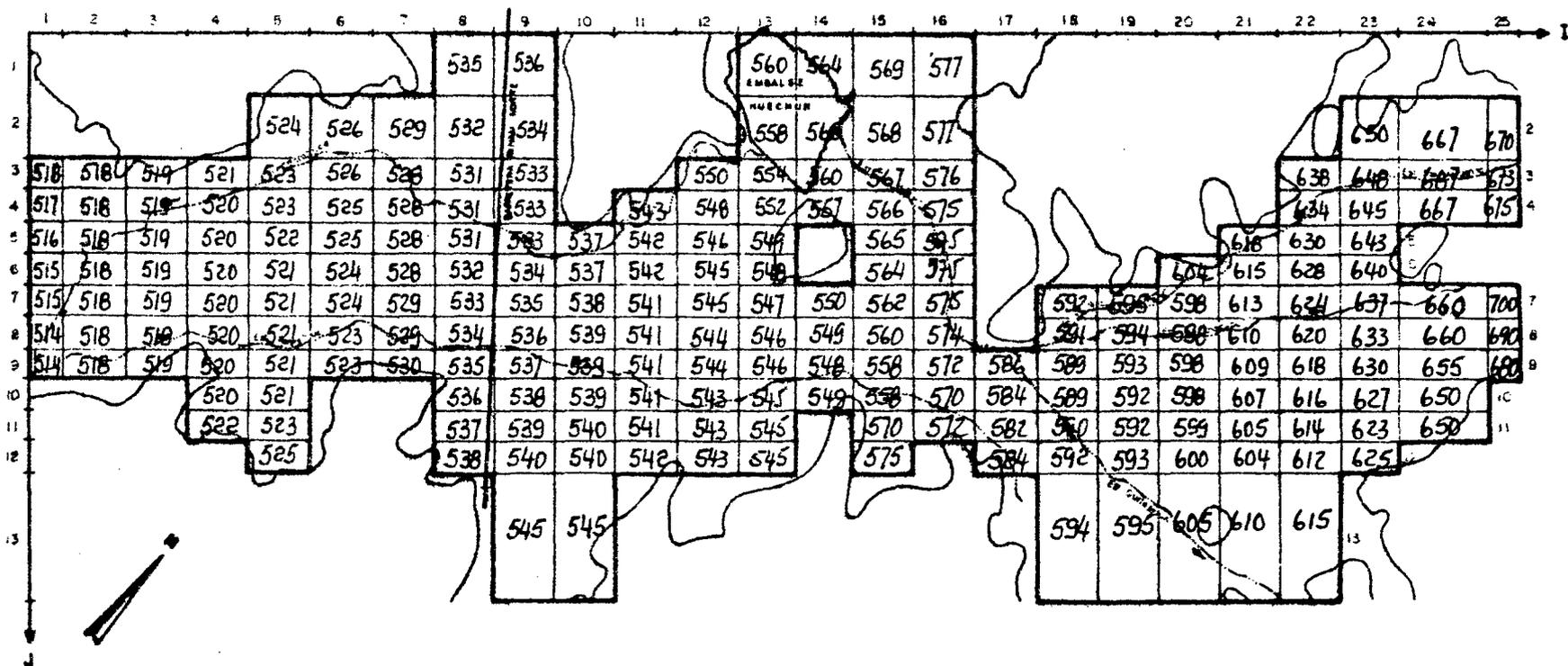
COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO (%) VALORES FINALES AJUSTE



MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

PIEZOMETRIA INICIAL (m)

VALORES FINALES AJUSTE

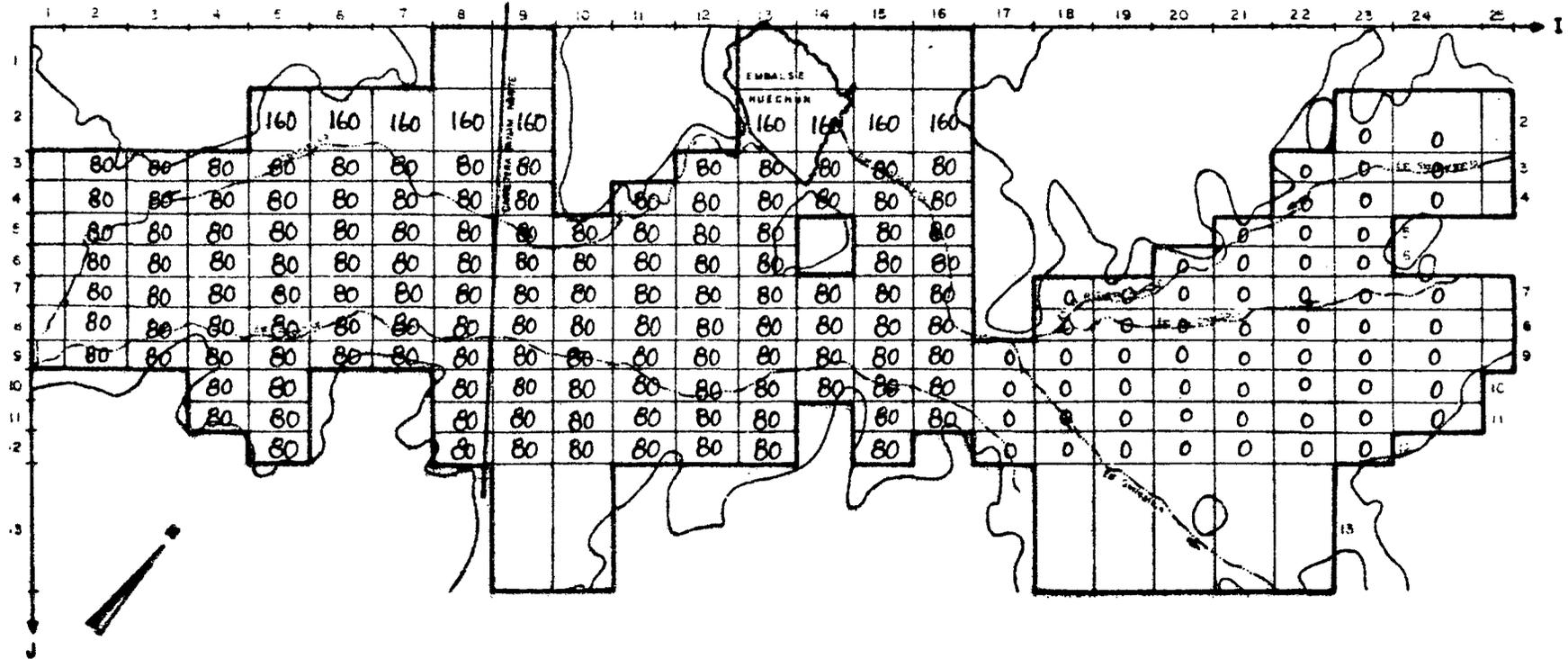


Escala Gráfica

0 1 2 3 Km.

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

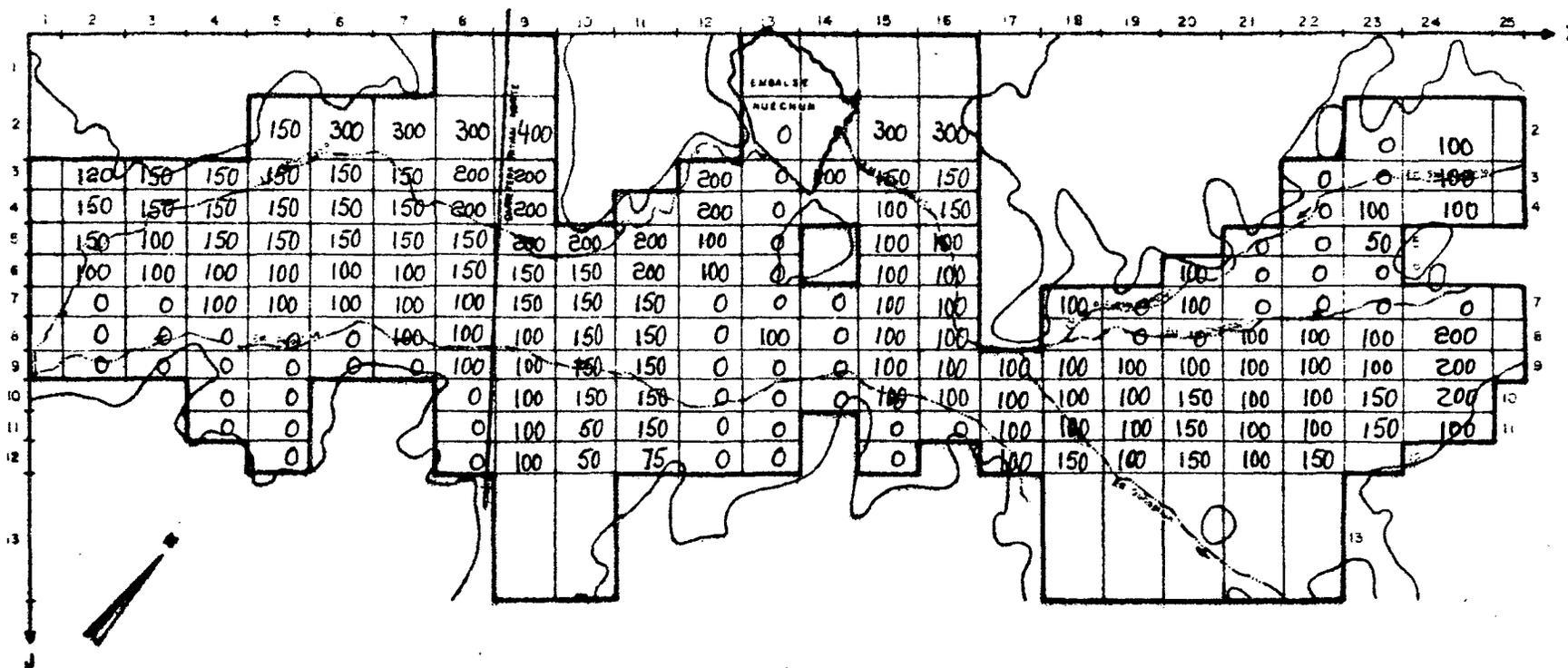
INFILTRACIONES POR LLUVIAS (miles m³/año) VALORES FINALES AJUSTE



Escala Gráfica
 0 1 2 3 Km.

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

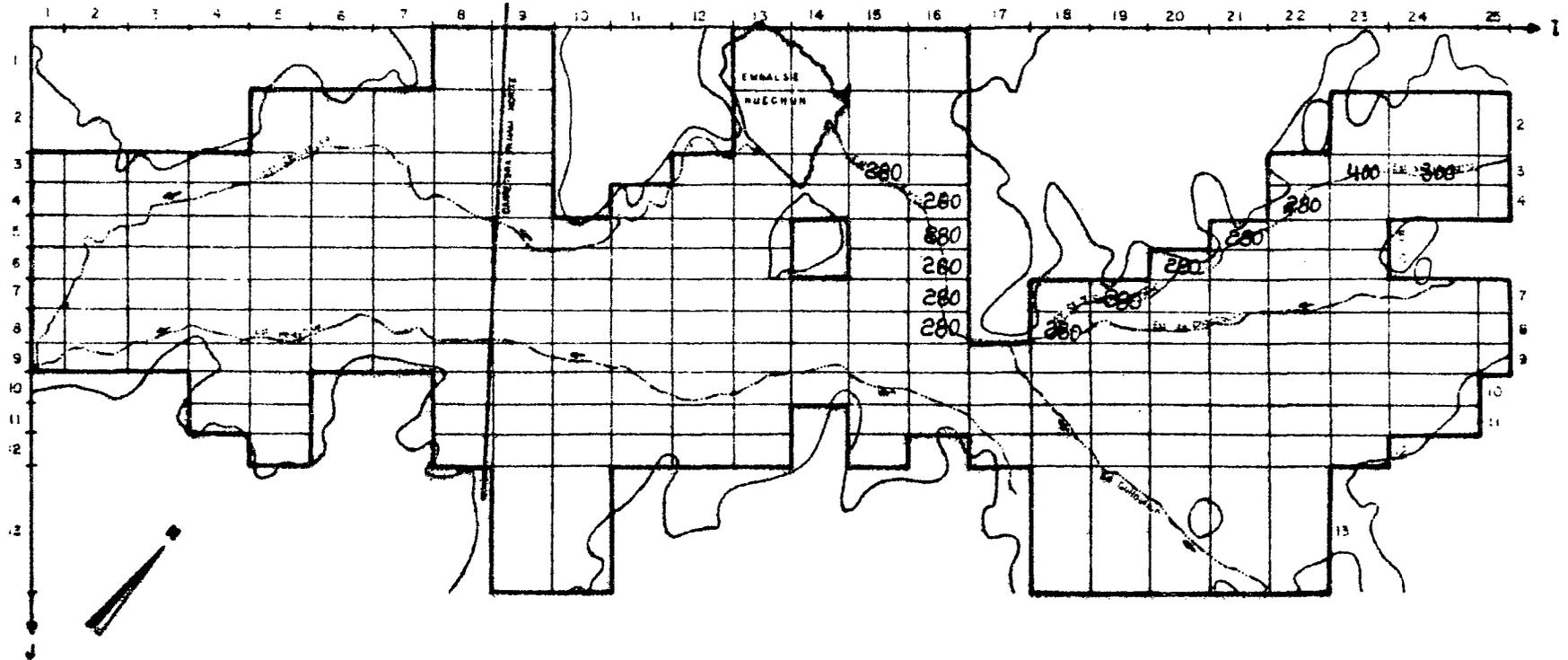
INFILTRACIONES DE RIEGO (miles m³/año) VALORES FINALES AJUSTE



Escala Gráfica
 0 1 2 3 Km.

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

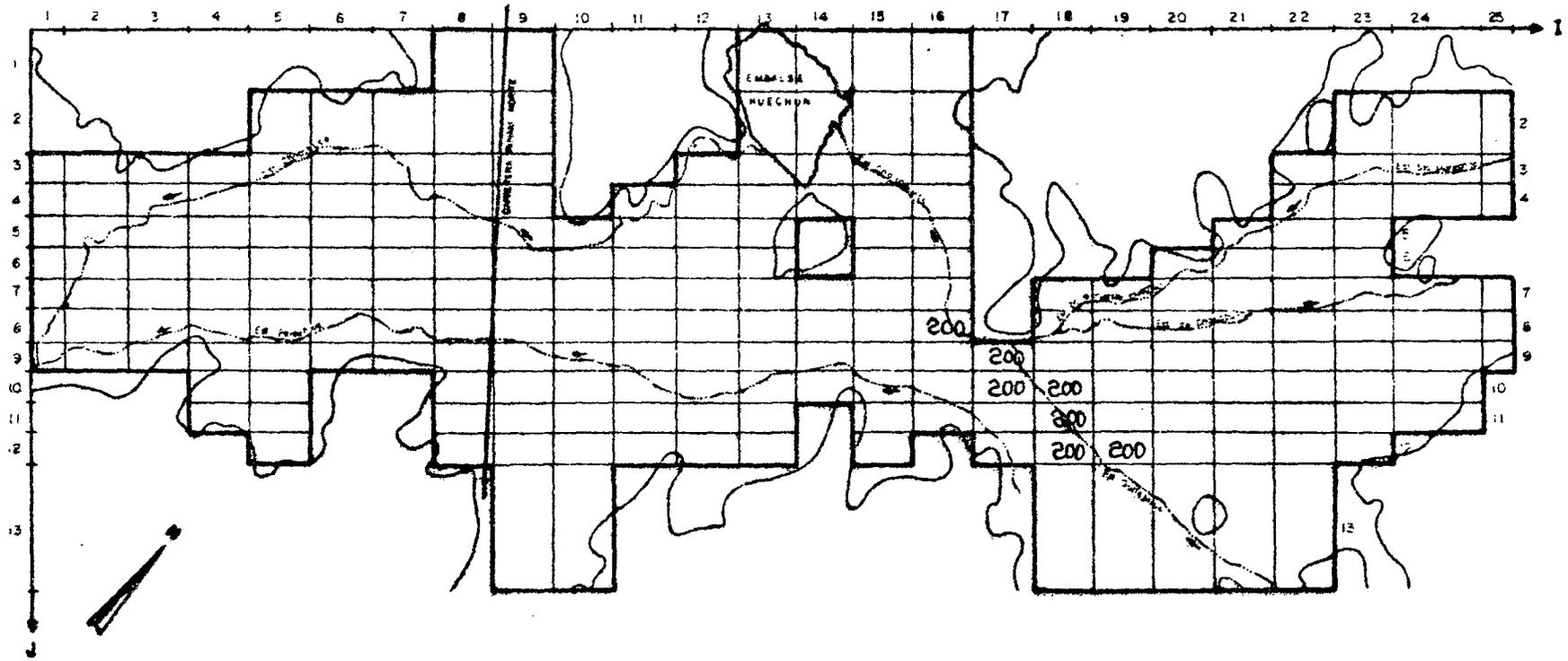
INFILTRACIONES ESTERO STA. MARGARITA (miles m³/año) VALORES FINALES AJUSTE



Escala Gráfica
0 1 2 3 Km.

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

INFILTRACIONES ESTERO QUILAPILUN (miles m³/año) VALORES FINALES AJUSTE

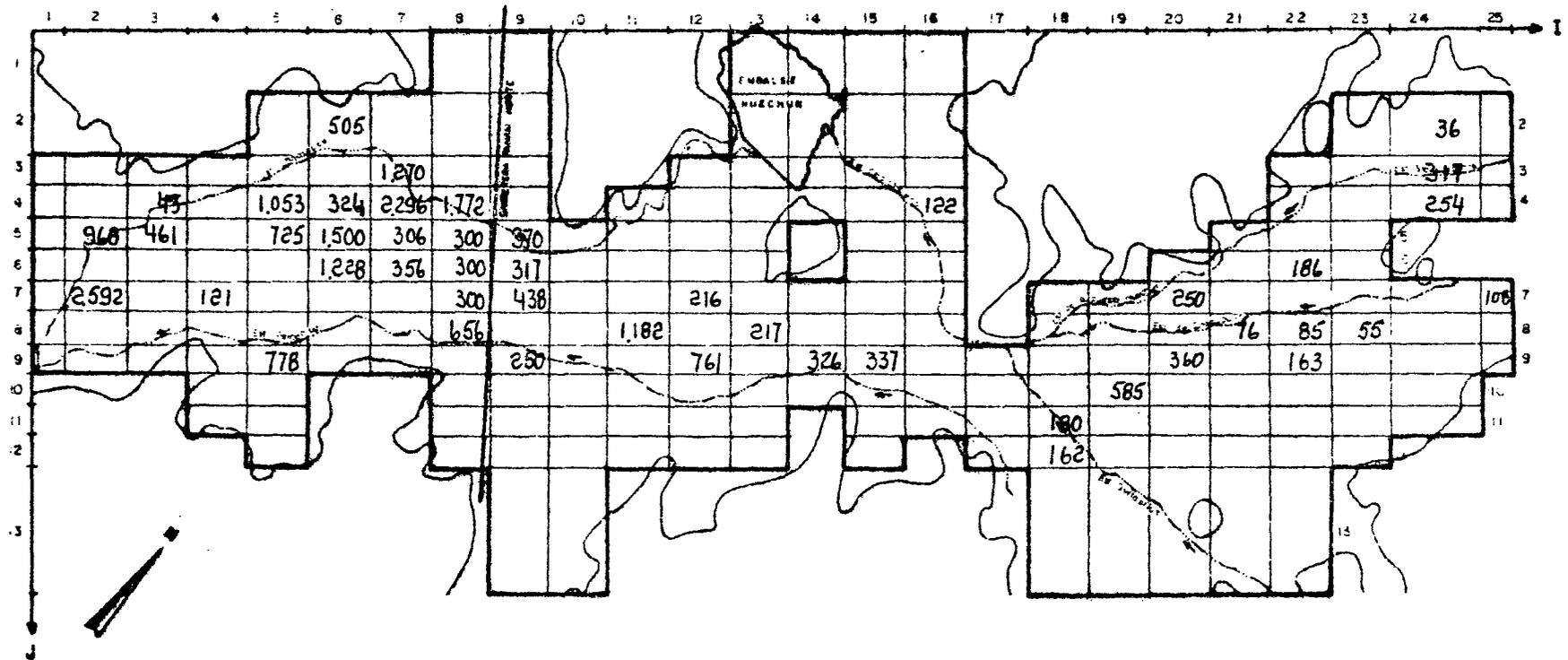


Escala Gráfica
0 1 2 3 Km.

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

BOMBEO (miles m³/año)

VALORES FINALES AJUSTE



Escala Gráfica
 0 1 2 3 Km.

6.3.2. Proposición de Pasadas de Simulación.-

Para el acuífero Chacabuco - Polpaico se proponen efectuar dos pasadas del modelo correspondientes a dos posibilidades de explotación futura, a saber:

- Suponer que se intensifica la explotación de agua subterránea, para regar todos los sectores de secano que existen en el interior del acuífero.

- Suponer que existe un año de extrema sequía, en que no se disponga de las aguas del Canal Chacabuco - Polpaico y estudiar la posibilidad de que se rieguen con agua subterránea.

6.3.3. Sugerencias para la recopilación de antecedentes del acuífero.-

Tal como se ha planteado anteriormente, al final del análisis de la 8^a Pasada, un mejor ajuste del modelo requiere de mayor información del acuífero.

De acuerdo a las necesidades vistas en el proceso de ajuste, esta información debería incluir como mínimo lo siguiente:

- Una campaña de geofísica de resistividad eléctrica, que permita definir a la escala 1:50.000 la situación de la roca basal, límite inferior del acuífero.

Por otra parte, servirá para distinguir paquetes de mayor y menor permeabilidad dentro del acuífero.

- Una campaña de nivelación topográfica de todos los puntos acuíferos, incluyendo sondajes y norias.

La precisión de la nivelación será de 1 (cm), extremo que si bien no es indispensable para el trazado de las isopiezas, lo es para el registro de variaciones piezométricas. Esta precisión es concordante con la del aparato de medida de los niveles piezométricos.

- Una campaña de mediciones sistemáticas de niveles estáticos en un número seleccionado de pozos y norias. Even-

tualmente puede ser necesaria la construcción de pozos de pequeño diámetro para este propósito.

- Una campaña de análisis de la situación del riego tanto superficial como subterránea, que incluya:
 - + Medidas de caudales derivados por los canales.
 - + Medidas de caudales aplicados a los predios, y caudales salientes como sobrantes.
 - + Experiencias de infiltración de riego, en predios tipos seleccionados para ese efecto.
 - + Determinación más precisa de los volúmenes mensuales y anuales aplicados a cada predio. Este punto incluye una encuesta exhaustiva de extracciones desde los pozos.
 - + Experiencias de infiltración en canales, mediante aforos diferenciales en sitios convenientemente elegidos.

7.- PROCESO DE SIMULACION.-

7.1 Introducción.-

De acuerdo a lo expuesto en capítulo anterior, se ha programado dos pasadas de simulación.

En la primera se ha supuesto la corta del Canal Chacabuco - Polpaico durante dos años. Esto significa que, a lo largo de este período, la superficie actualmente regada con recursos del canal, deberá utilizar aguas subterráneas para su abastecimiento.

La segunda pasada de simulación consiste en estudiar, para un período de un año, lo que ocurre al incorporar al riego las zonas actualmente catalogadas como secano arable.

A continuación se describe la metodología de cálculo de los nuevos volúmenes bombeados, incluyéndose además un cuadro con el resumen de cálculos. Luego están los planos con el detalle por malla, de los nuevos volúmenes de bombeo e infiltraciones de riego.

7.2 Metodología de Cálculo.-

La metodología es la siguiente:

- a) Se ha dividido la cuenca en 31 diferentes sectores de riego, siendo éstos los mismos empleados en la preparación de los Datos de Entrada para el proceso de ajuste. Se adjunta plano correspondiente.
- b) Para cada uno de estos sectores se ha medido la superficie total regable, y determinado el caudal máximo que podrían entregar los pozos en uso del sector.
- c) Suponiendo para el mes de máximo consumo de riego, una tasa de bombeo de $q = 0,6$ (l/s x Há.), se ha calculado el área regable con los pozos existentes. Luego, por diferencia con la superficie total regable, se ha obtenido el área que actualmente se regaría con aguas superficiales.
- d) A continuación se ha identificado para cada uno de los 31 sectores, las mallas del modelo donde podría instalarse nuevos pozos de bombeo. Se ha tenido el cuidado, cuando ha sido posible, de no poner nuevos pozos en mallas donde ya existe explotación de la napa, como también de evitar poner pozos en lugares muy cercanos a los bordes del acuífero.
- e) Una vez definida la cantidad de nuevos pozos con que podría disponerse en cada sector, se ha dividido el área sin riego, o actualmente regada con aguas superficiales, por el número de estos pozos.

Así se tiene el área que corresponde que riegue cada nuevo pozo. Luego, se ha asignado un pozo a cada malla de las anteriormente seleccionadas, para posteriormente calcular el nuevo bombeo para la malla, multiplicando el área que le corresponde regar por una tasa de 10.000 (m³/Há/año).

- f) Las nuevas infiltraciones de riego se han calculado suponiendo que un 20% del volumen total bombeado se infiltra.

Para la simulación de la corta del canal Chacabuco-Polpaico, al quedar toda el área regada de la cuenca utilizando recursos subterráneos, ha bastado con poner para cada malla con riego una infiltración de 2.000 (m³/Há/año).

Para el caso de la puesta en riego de las zonas de secano arable, se ha mantenido la situación original, previa a las simulaciones, añadiendo en los nuevos sectores de riego una infiltración de 2.000 (m³/Há/año).

A continuación, como complemento a la metodología expuesta, se incluye un cuadro con el resumen de cálculos efectuados. Asimismo se acompaña los planos con los valores por malla de volúmenes bombeados e infiltrados. En cuanto a los demás datos de entrada del modelo, estos permanecen idénticos a los empleados en la última pasada de ajuste. Se exceptúa para la simulación de la corta del canal Chacabuco - Polpaico, las infiltraciones desde el estero Santa Margarita, ya que sirve de cauce del canal en el tramo que va desde la entrada del modelo hasta el embalse Huechún.

CUADRO 7.1DETALLE DEL CALCULO DE VOLUMENES DE BOMBEO ADICIONALES

SECTOR	SUPERFICIE TOTAL	Q BOMBEO DISPONIBLE	SUPERFICIE SIN RIEGO	UBICACION NUEVOS POZOS		SUP. REGADA POR ESTE POZO	VOL. BOMBEO ADICIONAL
				MALLA			
	(Há.)	(l/s)	(Há.)	I	J	(Há.)	miles(m ³ /año)
A	185	120	-	-	-	-	-
B	17,5	0	5	23	2	17,5	175*
C	12,5	0	12,5	26	4	12,5	125
D	300	0	300	24	8	100	1000
				24	9	100	1000
				24	10	100	1000
E	345	0	345	23	9	86	860
				23	10	86	860
				23	11	86	860
				22	11	87	870
F	485	150	235	21	10	58	580
				21	11	58	580
				21	12	58	580
				22	10	59	590

* Sector de secano arable

CUADRO 7.1 (CONT.)

SECTOR	SUPERFICIE TOTAL	Q BOMBEO DISPONIBLE	SUPERFICIE SIN RIEGO	UBICACION NUEVOS POZOS		SUP. REGADA POR ESTE POZO	VOL. BOMBEO ADICIONAL
				MALLA			
	(Há.)	(l/s)	(Há.)	I	J	(Há.)	miles(m ³ /año)
G	250	75	125	22	5	62	620
				23	4	63	630
H	240	100	73	21	7	36	360
				19	7	37	370
I	540	217	178	18	9	59	590
				18	10	59	590
				19	9	60	600
J	662,5	0	662,5	mallas fuera del área modelada			
K	270	0	270	20	10	67	670
				20	11	67	670
				19	11	68	680
				19	12	68	680
L	117,5	0	117,5	15	10	58	580
				15	11	59	590

CUADRO 7.1 (CONT.)

SECTOR	SUPERFICIE TOTAL	Q BOMBEO DISPONIBLE	SUPERFICIE SIN RIEGO	UBICACION		SUP. REGADA POR ESTE POZO	VOL. BOMBEO ADICIONAL
				NUEVOS POZOS	MALLA		
	(Há.)	(l/s)	(Há.)	I	J	(Há.)	miles(m ³ /año)
M	37,5	0	37,5	17	11	37,5	375
N	262,5	0	262,5	15	2	65	650
				16	2	65,5	655
				16	3	66	660
				16	6	66	660
O	452,5	195	127,5	15	5	42	420
				15	6	42	420
				15	7	43,5	435
P	500	0	500	14	7	62,5	625 *
				14	8	62,5	625
				14	9	62,5	625
				13	8	62,5	625
				13	9	62,5	625
				13	10	62,5	625
				13	11	62,5	625
				12	10	62,5	625

* Sector de secano arable

CUADRO 7.1 (CONT.)

SECTOR	SUPERFICIE TOTAL	Q BOMBEO DISPONIBLE	SUPERFICIE SIN RIEGO	UBICACION NUEVOS POZOS		SUP. REGADA POR ESTE POZO	VOL. BOMBEO ADICIONAL
				MALLA			
	(Há.)	(l/s)	(Há.)	I	J	(Há.)	miles (m ³ /año)
Q	297,5	219	-	-	-	-	-
R	365,0	118	168	12	6	56	560
				12	7	56	560
				12	8	56	560
S	42,5	0	42,5	12	3	42,5	425
T	775,0	0	775,0	12	4	86	860
				12	5	86	860
				11	5	86	860
				11	6	86	860
				10	5	86	860
				9	3	86	860
				9	4	86	860
8	3	86	860				
				9	2	87	870

CUADRO 7.1 (CONT)

SECTOR	SUPERFICIE TOTAL	Q BOMBEO DISPONIBLE	SUPERFICIE SIN RIEGO	UBICACION NUEVOS POZOS		SUP. REGADA POR ESTE POZO	VOL. BOMBEO ADICIONAL
				MALLA			
	(Há.)	(l/s)	(Há.)	I	J	(Há.)	miles (m ³ /año)
U	457,5	373	-	-	-	-	-
V	62,5	0	62,5	10	12	62,5	625
W	150,0	0	150,0	9	11	50	500 *
				9	12	50	500
				10	11	50	500
				8	8	70	700
X	270	120	70	7	6	41	410
Y	132,5	55	41	6	8	63,5	635
Z	317,5	0	317,5	5	9	63,5	635
				4	8	63,5	635
				3	8	63,5	635
				2	8	63,5	635

* Sector de secano arable

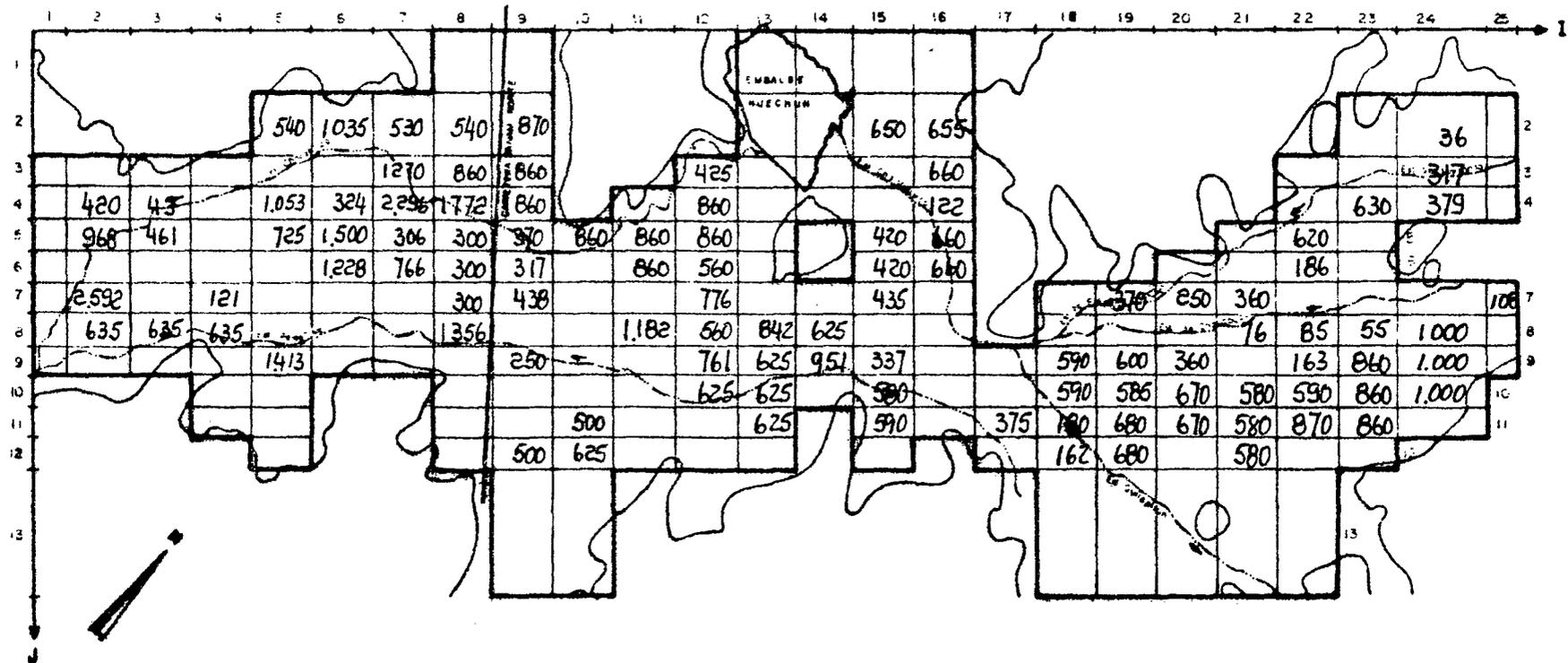
CUADRO 7.1 (CONT.)

SECTOR	SUPERFICIE TOTAL	Q BOMBEO DISPONIBLE	SUPERFICIE SIN RIEGO	UBICACION NUEVOS POZOS		SUP. REGADA POR ESTE POZO	VOL. BOMBEO ADICIONAL
				MALLA			
	(Há.)	(l/s)	(Há.)	I	J	(Há.)	miles(m ³ /año)
1A	577,5	566	-	-	-	-	-
2A	215	135	-	-	-	-	-
3A	255	128	42	2	4	42	420
4A	387,5	104	214	7	2	53	530
				6	2	53	530
				8	2	54	540
				5	2	54	540
5A	317,5	320	-	-	-	-	-
TOTAL						44.800	
TOTAL SECANO ARABLE						9.850	

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

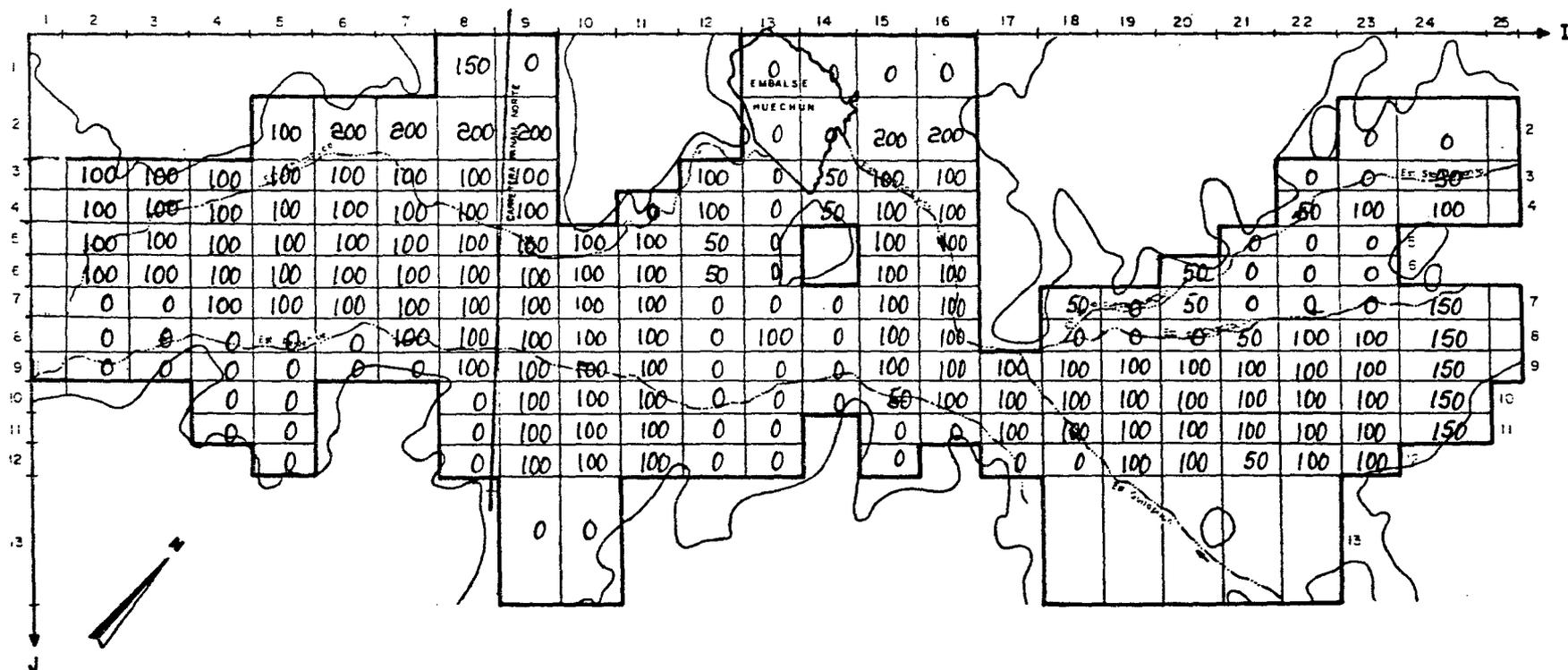
BOMBEOS (miles m³/año)

PASADA DE SIMULACION N° 1



MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

INFILTRACIONES DE RIEGO (miles m³/año) PASADA DE SIMULACION N° 1

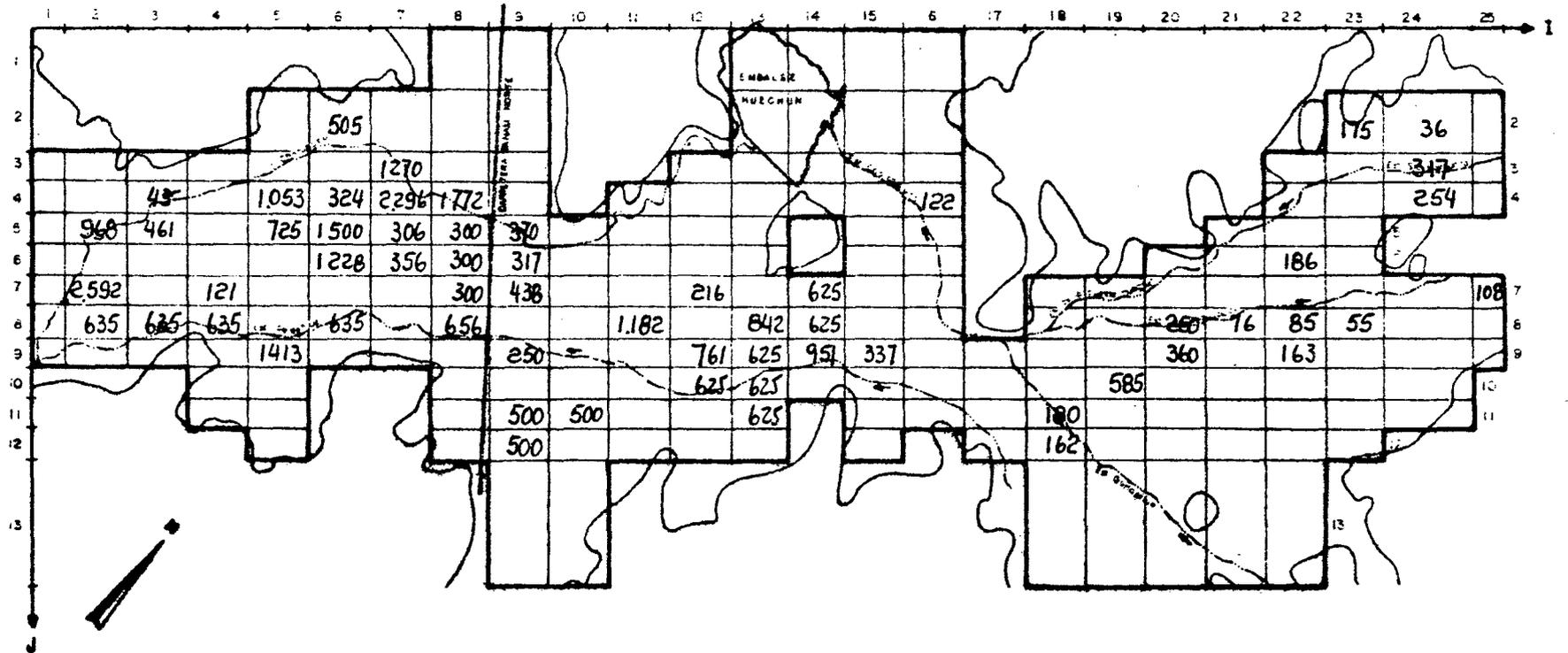


Escala Gráfica
 0 1 2 3 Km.

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

BOMBEO (miles m³/año)

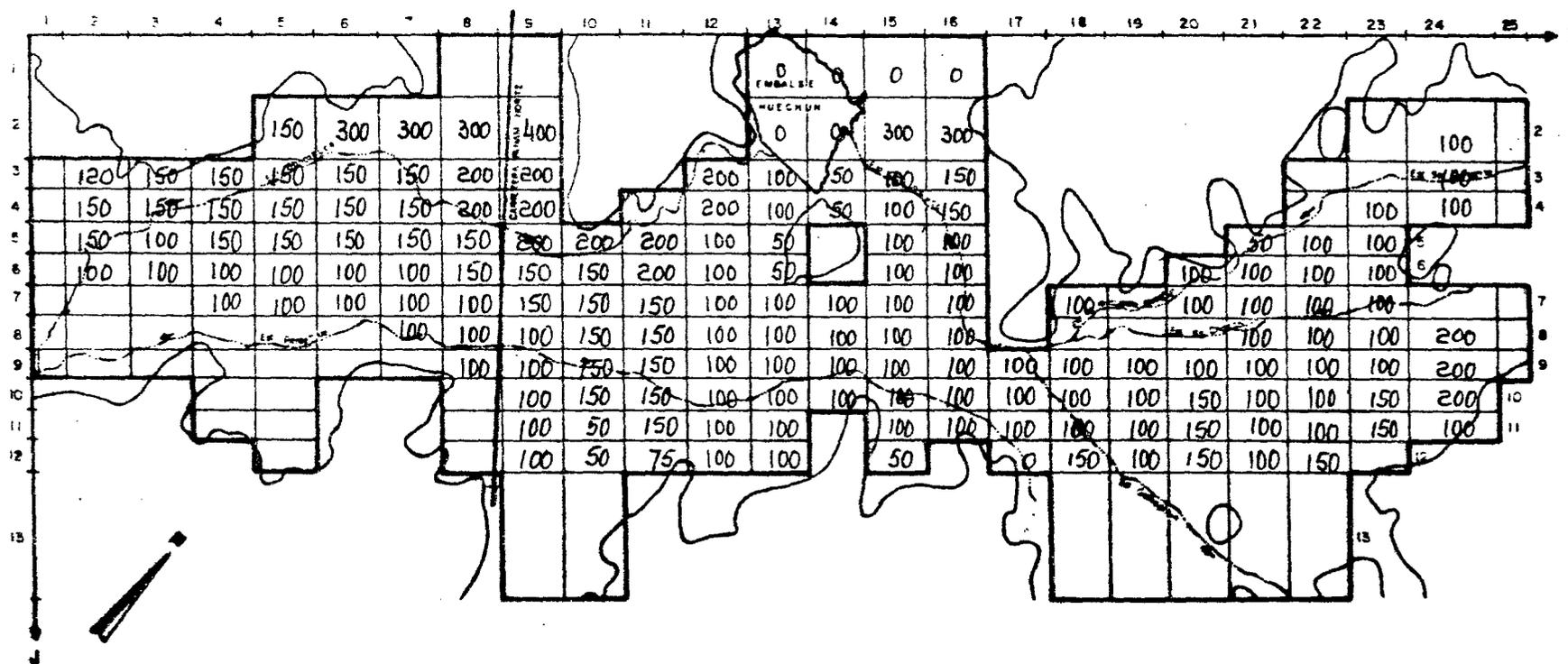
PASADA DE SIMULACION N° 2



125.-
 Escala Gráfica
 0 1 2 3 Km.

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

INFILTRACIONES DE RIEGO (miles m³/año) PASADA DE SIMULACION N° 2



127.-

7.3.- Relación de Pasadas.-7.3.1 Pasada de simulación N° 1

Se efectuó el 18/1/84 con los siguientes resultados para el Balance Másico, al final del primer año de simulación.

	<u>VOL (Mm³/año)</u>
<u>ENTRADAS AL ACUIFERO</u>	
- MALLAS EXTERIORES.	5,3
- INFILTRACIONES DE RIEGO.	13,6
- INFILTRACIONES POR LLUVIAS.	11,8
- INFILTRACIONES ESTERO QUILAPILUN.	<u>1,4</u>
TOTAL	32,1
<u>SALIDAS DESDE EL ACUIFERO</u>	
- BOMBEOS	68,0
<u>VARIACIONES DE ALMACENAMIENTO</u>	-35,9

Las comparaciones que se efectúan a continuación, van siempre referidas a la última pasada de ajuste, considerada como la situación del acuífero sin nuevas explotaciones de la napa subterránea.

En la simulación que se analiza, existen 3 elementos que implican menos recursos en el acuífero. Estos son:

- Un bombeo que significa extracciones casi tres veces mayores que las originales.
- Una merma en las infiltraciones de riego en un 25%, referida a la situación previa.
- La eliminación total de las infiltraciones desde el canal Chacabuco - Polpaico, o estero Santa Margarita.

En conjunto esto significa que el acuífero dispone de 51 (Mm³/año) menos. Este volumen lo obtiene en un 93% desde el almacenamiento directamente, y el resto lo saca de un incremento en las entradas subterráneas.

Este desembalse de 46,5 (Mm³/año) significa descensos de nivel de cero hasta 9 metros, siendo su valor medio, 3 metros.

El detalle por malla puede verse en el Plano de Descensos de Nivel que se adjunta al final de este análisis. Allí se nota que, para el sector ubicado aguas abajo de la Carretera Panamericana, el efecto de la nueva explotación es mínimo.

129.-

Para el resto de la cuenca los descensos son un poco mayores, sin llegar a superar los 5 metros. Se exceptúa la parte alta de la cuenca, en la zona del estero Chacabuco, donde se verifican las mayores depresiones.

Como conclusión de lo ocurrido en este primer año puede señalarse que el acuífero ha respondido adecuadamente a las nuevas demandas, produciéndose un descenso generalizado y bien distribuido de niveles.

Para el segundo año, el Balance Másico es el siguiente:

	<u>VOL (Mm³/año)</u>
<u>ENTRADAS AL ACUIFERO</u>	
- MALLAS EXTERIORES.	10,3
- INFILTRACIONES DE RIEGO.	13,6
- INFILTRACIONES POR LLUVIAS.	11,8
- INFILTRACIONES ESTERO QUILAPILUN.	1,4
TOTAL	<u>37,1</u>
 <u>SALIDAS DESDE EL ACUIFERO</u>	
- BOMBEOS	68,0
 <u>VARIACIONES DE ALMACENAMIENTO</u>	 -30,9

Al finalizar este segundo año de simulación, lentamente el acuífero va buscando una nueva situación de equilibrio. Esto queda en evidencia en el aumento de las entradas por mallas exteriores, y la consecuente disminución del desembalse desde el acuífero.

Actualmente un 17%, más del doble que al finalizar el primer año de simulación, de los 51 (Mm³/año) de déficit del acuífero, son suplidos por las mallas exteriores.

En cuanto a los descensos de nivel, se adjunta un plano con la situación final después del segundo año de simulación. Allí queda en evidencia que la zona más afectada es la parte alta del sector Chacabuco, aguas arriba de la Angostura de Quilapilún. No se trata sólo que los descensos totales sean demasiado grandes, sino que sobre todo resulta muy brusca la diferencia entre el primer y el segundo año.

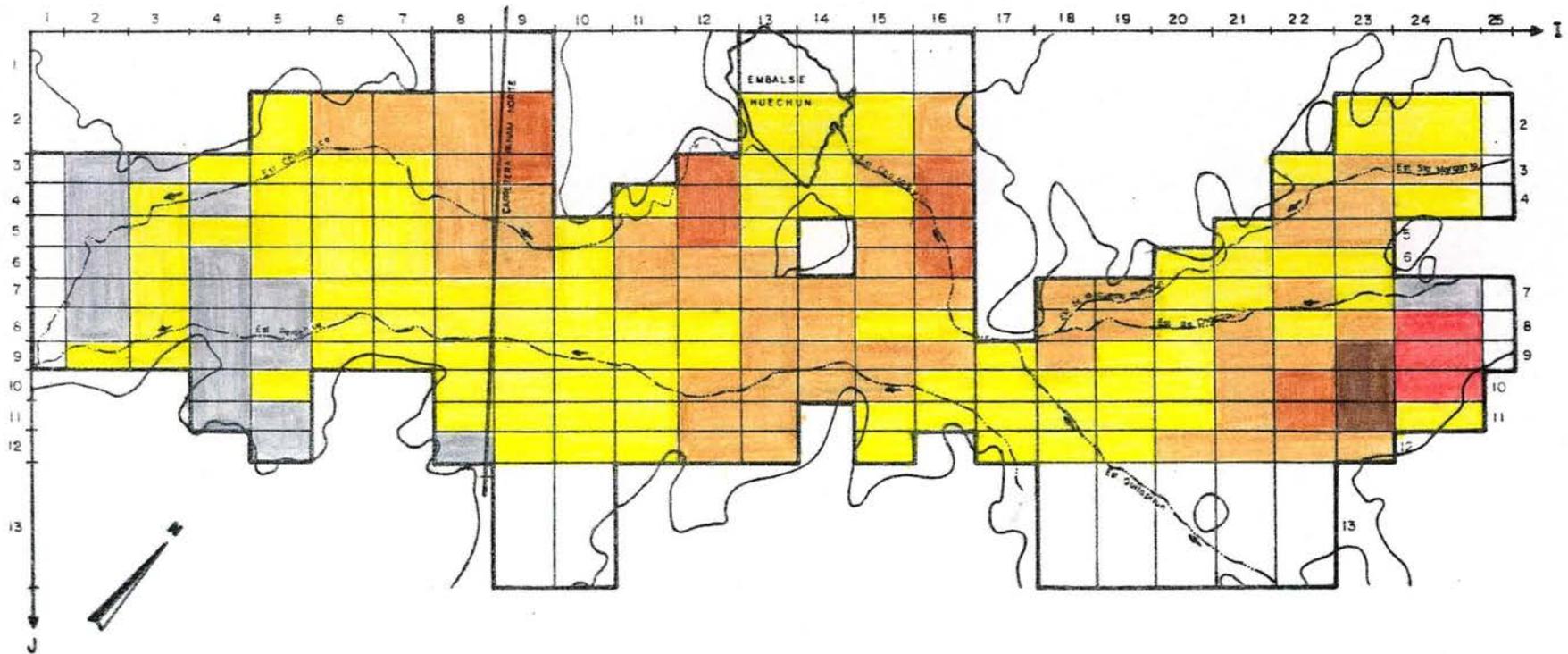
En el resto de la cuenca, en cambio, el proceso tiende a estabilizarse, e incluso va disminuyendo. Es decir, o bien los descensos entre el primer y segundo año son iguales a los observados hasta el final del primero, o bien son menores. Esto último es particularmente cierto en la zona de la Angostura de Quilapilún y la Carretera Panamericana.

En conclusión, el acuífero en la mayor parte de su extensión admite la sobreexplotación de dos años, sin manifestar descensos de más de 5 metros. En los sectores cercanos a los bordes del acuífero, en cambio, sí que es más violenta la reacción de la napa, bajando sus niveles en dos años hasta un máximo de 18 metros, pero con una media aproximada de sólo 8 metros.

En definitiva, el acuífero ha respondido más que favorablemente, frente a las duras condiciones de explotación planteadas por esta simulación.

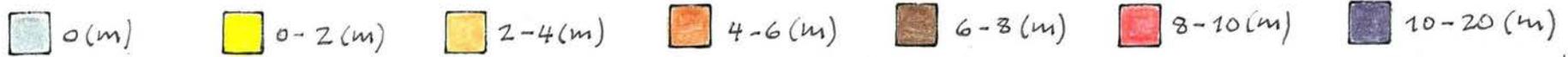
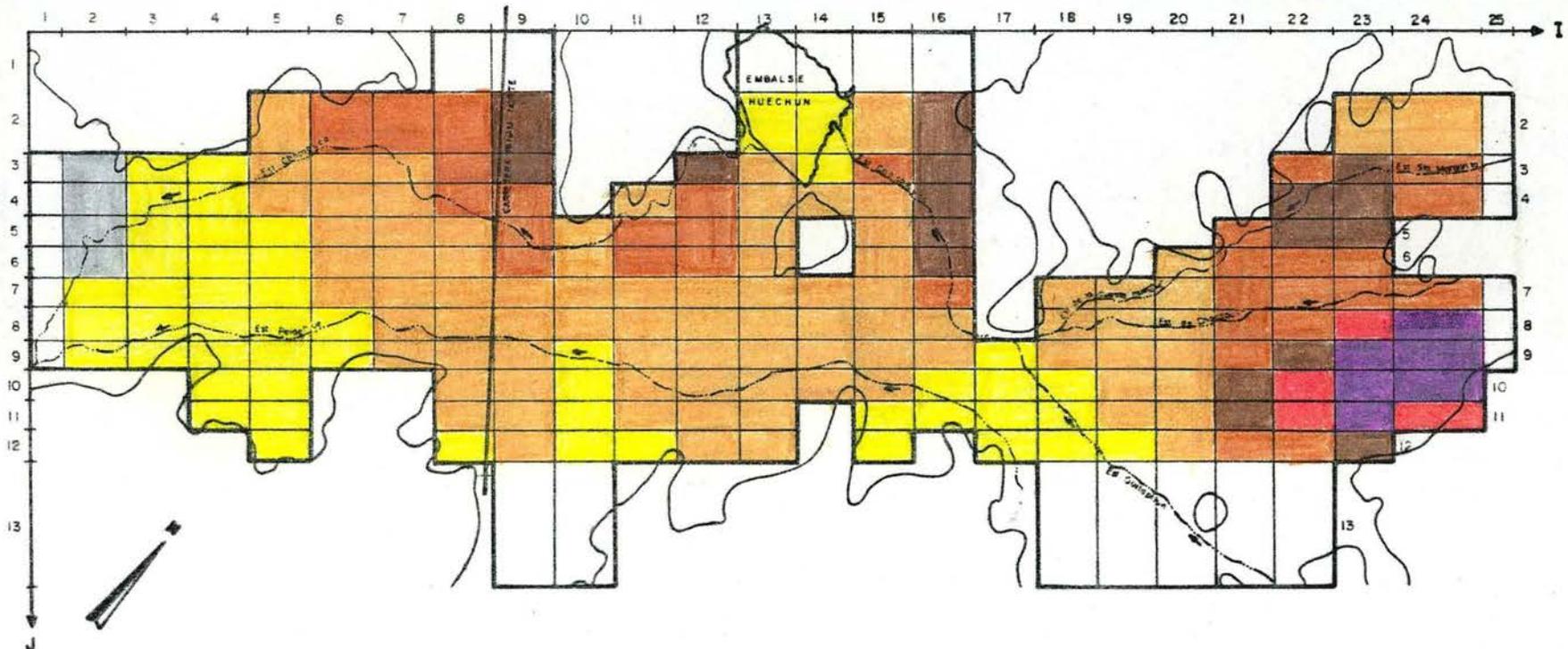
MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

DESCENSOS DE NIVEL AL FINAL DEL PRIMER AÑO SIMULADO PASADA DE SIMULACION N° 1



MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

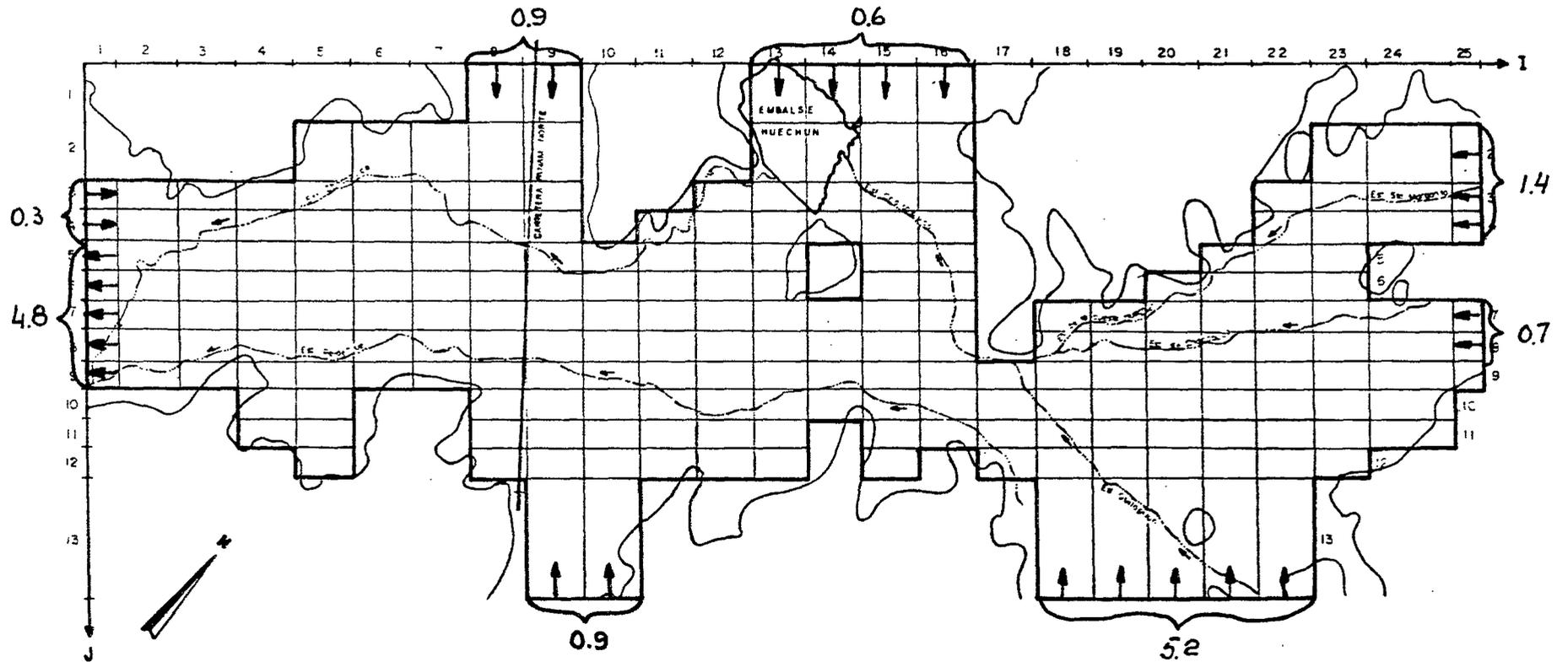
DESCENSOS DE NIVEL
 AL FINAL DEL SEGUNDO AÑO SIMULADO PASADA DE SIMULACION N° 1



MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

BALANCE MASICO
PRIMER AÑO SIMULADO

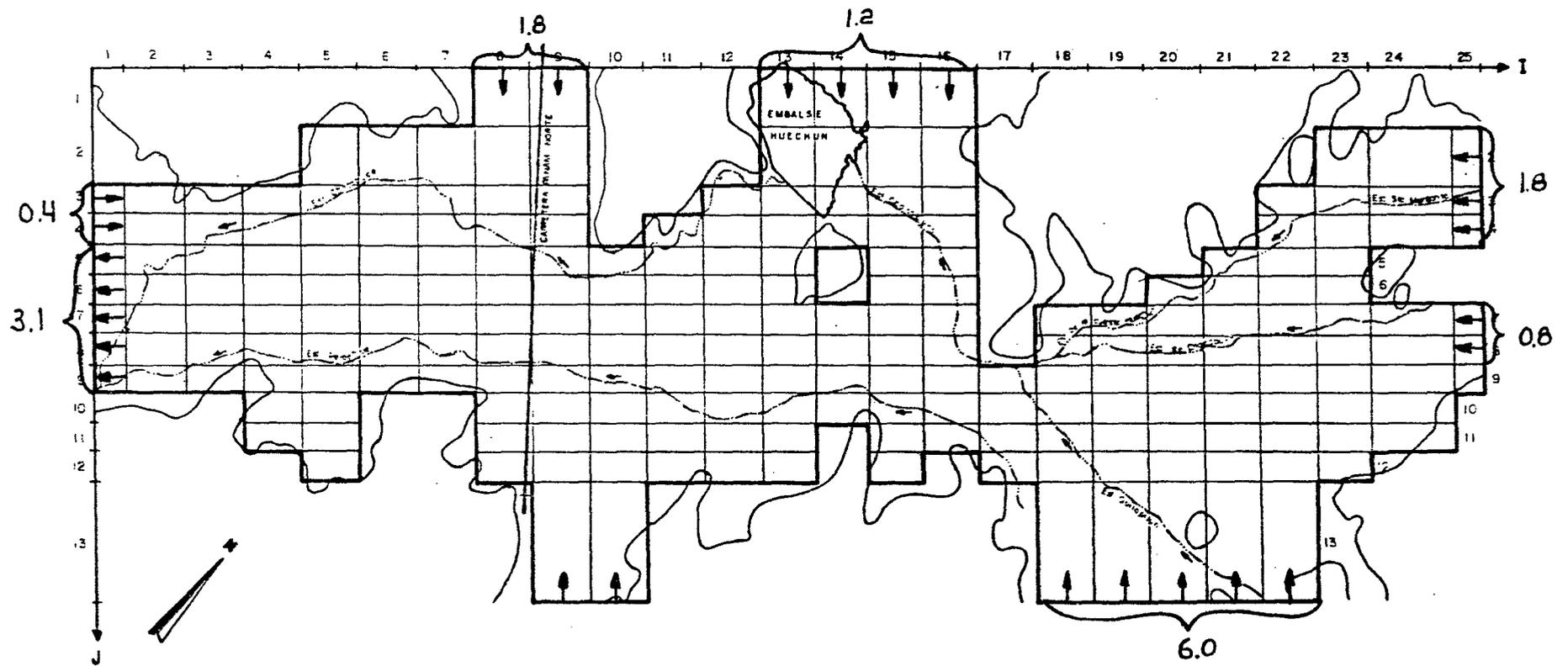
PASADA DE SIMULACION N°1



MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

BALANCE MASICO
SEGUNDO AÑO SIMULADO

PASADA DE SIMULACION N° 1



Escala Gráfica
0 1 2 3 Km.

136.-

7.3.2 Pasada de simulación N° 2

Se efectuó el 18/1/84 con los siguientes resultados para el Balance Másico.

	<u>VOL (Mm³/año)</u>
<u>ENTRADAS AL ACUIFERO</u>	
- MALLAS EXTERIORES.	2,8
- INFILTRACIONES DE RIEGO.	20,8
- INFILTRACIONES POR LLUVIAS.	11,8
- INF. ESTERO STA. MARGARITA.	3,8
- INFILTRACIONES ESTERO QUILAPILUN.	1,4
TOTAL	40,6
 <u>SALIDAS DESDE EL ACUIFERO</u>	
- BOMBEOS.	34,9
 <u>VARIACIONES DE ALMACENAMIENTO</u>	
	4,6

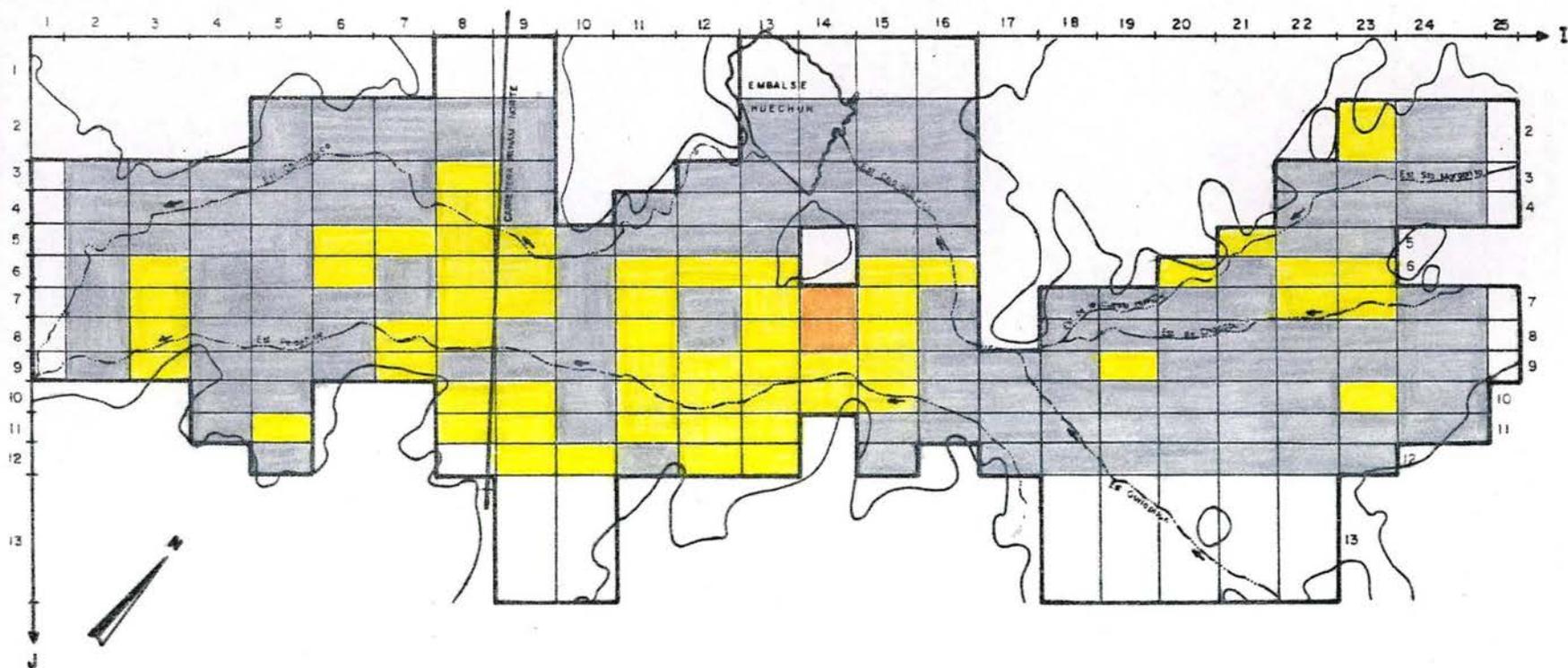
Comparando este caso con el del acuífero original, sin nuevas explotaciones, se descubre que el volumen adicional bombeado de $10(\text{Mm}^3/\text{año})$, lo entregan el almacenamiento del acuífero en un 60%, las infiltraciones de riego del sector incorporado al regadío en un 30%, y las mallas exteriores en un 10%.

Esto se viene a manifestar en descensos de niveles de hasta 3 metros en las nuevas zonas de riego, pero que repercuten poco o nada sobre el resto del acuífero. En efecto, puede verse en el plano de descensos que se acompaña, que el sector de Chacabuco no se altera en absoluto con el cambio introducido. Aguas abajo del embalse Huechún hay algunos cambios, pero que significan como máximo niveles 1 metro más bajos que los originales.

En consecuencia, se concluye que el acuífero está plenamente capacitado para que en él se incluya como zonas de riego, aquellas que actualmente se consideran como secano arable.

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

DESCENSOS DE NIVEL AL FINAL DEL PRIMER AÑO SIMULADO PASADA DE SIMULACION N° 2



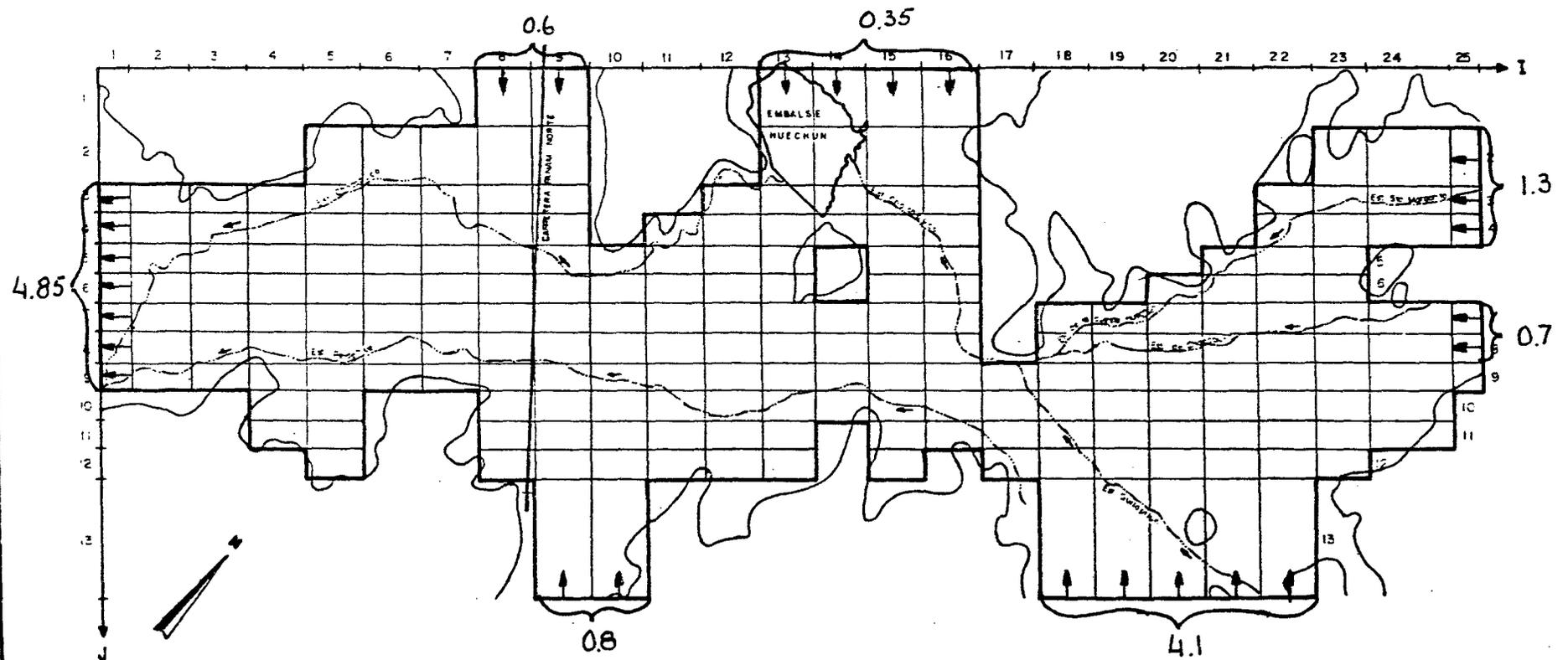
0 (m) 0-2 (m) 2-4 (m)

Escala Gráfica
0 1 2 3 Km.

MODELO HIDROGEOLOGICO DE CHACABUCO - POLPAICO

BALANCE MASICO

PASADA DE SIMULACION N° 2



8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

8.1 Conclusiones.-

El modelo matemático construido para reproducir las características hidrogeológicas del acuífero de Chacabuco - Polpaico, es una herramienta útil y práctica para estudiar el comportamiento actual y futuro del embalse subterráneo, frente a diversas condiciones de explotación.

Como resultado del proceso de ajuste, se ha reconocido para el acuífero, dos grandes sectores de comportamiento hidrogeológico relativamente homogéneo. Uno corresponde a la zona ubicada desde la parte alta de la cuenca, hasta la Angostura de Quilapilún. El otro involucra la región comprendida entre la angostura anterior y la junta de los esteros Chacabuco y Til-Til, en Chicauma.

El primero se recarga fundamentalmente por infiltraciones de riego, aquellas que ocurren desde los esteros en invierno, y el canal Chacabuco - Polpaico en la época de riego. La explotación de esta área es bastante menos intensa que el resto de la cuenca.

En el segundo sector juegan un papel muy importante las infiltraciones de riego y por lluvias, intensificándose fuertemente además los volúmenes bombeados para riego.

Para la simulación se ha planteado dos posibilidades de explotación futura.

La primera significó reemplazar el riego superficial de la cuenca por uno con aguas subterráneas, debido a una supuesta falla del canal Chacabuco - Polpaico. La simulación efectuada durante dos años, permite establecer que el acuífero puede soportar sin mayores problemas esta situación, respondiendo con descensos que en promedio son de 4,5 metros. Sólo la región alta del sector Chacabuco presenta descensos más violentos, pero que en ningún caso superan los 20 metros. En cambio, la región ubicada aguas abajo de la Carretera Panamericana, y que corresponde a la más fuertemente explotada en la actualidad, tiene descensos máximos de sólo 6 metros, y de no más de 2 metros en buena parte de su extensión.

La segunda simulación ha estudiado el comportamiento del embalse subterráneo, al incorporar al riego las zonas actualmente consideradas de secano arable. Como resultado se ha obtenido que el acuífero prácticamente no siente el cambio, y que el área realmente afectada por la explotación no va más allá de los límites de los nuevos sectores de riego.

En definitiva, tanto la primera como la segunda simulación indican claramente, que el acuífero es capaz de soportar demandas mucho mayores que las actuales.

En el futuro, eso sí, habría que permitir al acuífero funcionar efectivamente como embalse subterráneo, con descensos de niveles en los años con poca recarga, y recuperaciones en períodos de abundancia de aguas superficiales.

8.2 Recomendaciones.-

El proceso de modelación es por naturaleza dinámico y requiere , para mejorar la representación matemática del acuífero, de datos de terreno más completos y abundantes.

En este sentido es particularmente importante el conocimiento del acuífero que otorga el modelo desarrollado que, por necesitar de un análisis muy profundo para su implementación, permite descubrir con bastante certeza la información que hace falta para completar el estudio del embalse subterráneo.

Para este caso debería efectuarse, tal como ya ha sido señalado, las siguientes campañas de terreno:

- Una de geofísica de resistividad eléctrica.
- Una de nivelación topográfica de todos los puntos acuíferos, incluyendo sondajes y norias.
- Una de mediciones sistemáticas de niveles estáticos en pozos y norias.
- Una de análisis de la situación de riego, que incluya: mediciones de los caudales derivados por canales y los aplicados a los predios, experiencias de infiltraciones, y una encuesta exhaustiva de los volúmenes extraídos por pozos.

Debe destacarse además lo fundamental que es realizar simultáneamente estas dos últimas campañas, de forma de poder disponer de un conjunto común y coherente de datos.

A N E X O 1

LISTADO DEL SIMAC - 1

PROGRAMA DE COMPUTACION USADO EN LA SIMULACION.

PROGRAMA SIMAC1
SIMULADOR DE ACUIFEROS

*LEVEL 2.3.0 (JUNE 78)

OS/360 FORTRAN H EXTENDED

DATE 84.005/18.47.37

PAGE

REQUESTED OPTIONS:

OPTIONS IN EFFECT: NAME(MAIN) NOOPTIMIZE LINECOUNT(60) SIZE(MAX) AUTODOPL(NONE)
SOURCE EBCDIC NOLIST NODECK OBJECT NUMAP NOFORMAT NOGOSTMT NOXREF NOALC NOANSF TERM IBM FLAG(1)

C ***** SIM00010
C ESTA ES UNA VERSION MAS COMPLETA DEL PROGRAMA SIMAC --> SIMULADOR DE ACUIFEROS SIM00020
C SIM00030
C SIM00040
C SIM00050
C ***** SIM00060
C DIMENSION TITULO(30) SIM00070
C INTEGER IN/5/,OUT/6/ SIM00080
C DIMENSIONAMIENTO DE VARIABLES SIM00090
C SIM00100
C SIM00110
C SIM00120
C SIM00130
C REAL T1(28,45)/1260*0.0/,T2(28,45)/1260*0.0/,SF(28,45)/1260*0.0/, SIM00140
C 1HD(28,45)/1260*0.0/,H(28,45)/1260*0.0/,T(28,45,2)/2520*0.0/, SIM00150
C 2SF1(28,45)/1260*0.0/,RD(28,45)/1260*0.0/,RH(28,45)/1260*0.0/, SIM00160
C 3R(28,45)/1260*0.0/,RDV(28,45)/1260*0.0/,RV(28,45)/1260*0.0/, SIM00170
C 4QL(28,45)/1260*0.0/,J(28,45)/1260*0.0/,HK(28,45)/1260*0.0/, SIM00180
C 5QH(28,45)/1260*0.0/,MNI(28,45)/1260*0.0/ SIM00190
C REAL B(45)/45*0.0/,G(45)/45*0.0/,HD(60,12)/720*0.0/, SIM00200
C 1HD(60,12)/720*0.0/,JM(300)/300*0.0/,RN(200)/200*0.0/, SIM00210
C 2JV(900)/900*0.0/,CMT(300)/300*0.0/,JKI(200)/200*0.0/, SIM00220
C 3JVT(900)/900*0.0/,P(900,20)/18000*0.0/,ILT(20)/20*0.0/, SIM00230
C 4QVMS(12)/12*0.0/,QVMS(12)/12*0.0/,QVMS(12)/12*0.0/, SIM00240
C 5ST(12)/12*0.0/ SIM00250
C INTEGER ICAT(28,45),IDIMX(28)/28*0/,IDIMY(45)/45*0/,NSP(20)/20*0/ SIM00260
C SIM00270
C DIMENSION IP(900,20),JP(900,20),ABC(30),IM(300),JM(300), SIM00280
C 1I(60),JD(60),IK(200),JK(200),IV(900),JV(900),TITULO(20), SIM00290
C 2TITUBP(20,20),CX(12),CBAL(12),KM(12),FD(12,20) SIM00300
C DATA ABC/'A','B','C','D','E','F','G','H','I','J','K','L','M', SIM00310
C 'N','O','P','Q','R','S','T','U','V','W','X','Y','Z',',','.', SIM00320
C '>' SIM00330
C LECTURA TITULO SIM00340
C SIM00350
C READ(IN,10) (TITULO(I),I=1,30) SIM00360
C 10 FORMAT(30A2) SIM00370
C LECTURA DATOS GENERALES SIM00380
C SIM00390
C 20 READ(IN,20) LC,NC,NA,ERROR,NMESES SIM00400
C 20 FORMAT(14,213,F6.1,14) SIM00410
C READ(IN,30) (IDIMX(I),I=1,NC) SIM00420
C 30 READ(IN,30) (IDIMY(J),J=1,NA) SIM00430
C 30 FORMAT(15) SIM00440
C READ(IN,40) FAC1,FAC2,FAC3F SIM00450
C 40 FORMAT(3F5.1) SIM00460
C DO 50 K=1,LC SIM00470
C READ(IN,50) I,J,T1(I,J),T2(I,J),SF(I,J),H(I,J) SIM00480
C 50 FORMAT(213,3E6.1,F5.2) SIM00490
C SIM00500
C SIM00510
C SIM00520
C SIM00530

LEVEL 2.3.0 (JUNE 78) MAIN OS/360 FORTRAN H EXTENDED DATE 84-065/18.47.37

```

ISN 0021      IF(T2(I,J).GT.0.0) GO TO 55
ISN 0023      T2(I,J)=T1(I,J)
ISN 0024      55 CONTINUE
ISN 0025      T2(I,J)=T2(I,J)*FAC2
ISN 0026      T1(I,J)=T1(I,J)*FAC1
ISN 0027      SF(I,J)=SF(I,J)*FACSF
ISN 0028      50 CONTINUE
C
C ESCRITURA DE DATOS
C
ISN 0029      65 WRITE(OUT,65) (TITULO(I),I=1,30)
ISN 0030      65 FORMAT('1',//////,129('**'),//////,30X,30A2,//////,129('**'),
*1',//////,50X,18('**'),//////,51X,'DATOS DE ENTRADA',////,50X,
*18('**'))
ISN 0031      70 WRITE(OUT,70) LD,NC,NR,ERROR,NMESES
ISN 0032      70 FORMAT('1',//////,10X,'DATOS GENERALES',//,115('='),//,4X,
1'NUMERO DE MALLAS',17,/,4X,'NUMERO DE COLUMNAS',15,/,4X,
2'NUMERO DE FILAS',3X,15,////,4X,'ERROR ADMISIBLE',F7.2,2X,
3'METROS',////,4X,'DURACION TOTAL DE LA SIMULACION',15,2X,'MESES')
ISN 0033      75 WRITE(OUT,75) (DIMX(I),I=1,NC)
ISN 0034      75 FORMAT('0',////,21X,'DIMENSIONES DE LAS MALLAS',//,11X,'DIRECCION-1
1',2X,10I6/(24X,10I6))
ISN 0035      76 WRITE(OUT,76) (DIMY(J),J=1,NR)
ISN 0036      76 FORMAT('0',10X,'DIRECCION-J',2X,10I6/(24X,10I6))
ISN 0037      80 WRITE(OUT,80)
ISN 0038      80 FORMAT('0',////,4X,'MALLA',5X,'TRANSMISIVIDAD',5X,'ALMACENAMIENTO',
*5X,'NIVEL INICIAL',5X,'CATEGORIA MALLA',/,5X,
*1',2X,'J',8X,'I',8X,'J',//)
C
C IDENTIFICACION DE LA CATEGORIA DE CADA MALLA Y ESCRITURA DE
C DATOS GENERALES
C ICAT=1...MALLA FUERA DEL MODELO
C ICAT=2...MALLA DE BORDE IMPERMEABLE
C ICAT=3...MALLA DE BORDE CON NIVEL CTE.
C ICAT=4...MALLA DENTRO DEL MODELO
C
ISN 0039      DO 90 I=1,NC
ISN 0040      DO 90 J=1,NR
ISN 0041      ICAT(I,J)=1
ISN 0042      IF(H(I,J).LE.0.0) GO TO 95
ISN 0043      ICAT(I,J)=2
ISN 0044      IF(T1(I,J).LE.0.0.AND.T2(I,J).LE.0.0) GO TO 95
ISN 0045      ICAT(I,J)=3
ISN 0046      IF(SF(I,J).GT.100.)GO TO 95
ISN 0047      ICAT(I,J)=4
ISN 0048      95 WRITE(OUT,100) I,J,T1(I,J),T2(I,J),SF(I,J),H(I,J),ICAT(I,J)
ISN 0049      100 FORMAT('0',3X,13,13,3X,F7.1,2X,F7.1,4X,F6.2,12X,F7.2,12X,14)
ISN 0050      T(I,J,2)=T1(I,J)*DIMX(J)/(0.5*(DIMX(I)+DIMX(I+1)))
ISN 0051      T(I,J,1)=T2(I,J)*DIMX(I)/(0.5*(DIMY(J)+DIMY(J+1)))
ISN 0052      SF(I,J)=SF(I,J)*DIMX(I)*DIMY(J)
ISN 0053      90 CONTINUE
C
C MAPA DE TRANSMISIVIDADES Y COEF. DE ALMACENAMIENTO
C
ISN 0054      CALL MAPA(0.0,NC,NR,ABC,T1,ICAT,500,3)
ISN 0055      CALL MAPA(0.0,NC,NR,ABC,T2,ICAT,500,4)
ISN 0056      CALL MAPA(0.0,NC,NR,ABC,SF,ICAT,1,5)
C

```

```

VEL 2.3.0 (JUNE 78)          MAIN          OS/360 FORTRAN H EXTENDED          DATE 84.005/18.47.37

C LECTURA DE MALLAS DE BORDE
ISN 0060      READ(IN,110) (TITULR(I),I=1,20),NMEN,NMEE,NMES,NMEW
ISN 0061      110 FORMAT(20A2,4I3)
ISN 0062      READ(IN,120) (IM(K),JM(K),K=1,NMEN)
ISN 0063      120 FORMAT(2I3)
ISN 0064      WRITE(OUT,130)
ISN 0065      130 FORMAT('1',///,4X,'MALLAS EXTERIORES (I,J) NORTE-ESTE-SUR-OESTE',
1//,115('='))
ISN 0066      WRITE(OUT,140) (IM(K),JM(K),K=1,NMEN)
ISN 0067      L=NMEN+1
ISN 0068      WRITE(OUT,140) (IM(K),JM(K),K=L,NMEE)
ISN 0069      L=NMEE+1
ISN 0070      WRITE(OUT,140) (IM(K),JM(K),K=L,NMES)
ISN 0071      L=NMES+1
ISN 0072      WRITE(OUT,140) (IM(K),JM(K),K=L,NMEW)
ISN 0073      140 FORMAT('0',///,(10(2X,2I3,2X)))

C LECTURA DE MALLAS CONTRASTE PIEZOMETRICO
ISN 0074      READ(IN,150) (TITULR(I),I=1,20),ND
ISN 0075      150 FORMAT(20A2,I3)
ISN 0076      READ(IN,151) (RM(K),K=1,12)
ISN 0077      151 FORMAT(12(A3,1X))
ISN 0078      DO 152 L=1,ND
ISN 0079      READ(IN,120) ID(L),JD(L)
ISN 0080      READ(IN,157) (HDO(L,K),K=1,12)
ISN 0081      157 FORMAT(12F6.0)
ISN 0082      152 CONTINUE
ISN 0083      WRITE(OUT,153) (TITULR(I),I=1,20)
ISN 0084      153 FORMAT('1',///,4X,20A2,/,115('='))
ISN 0085      DO 155 L=1,ND
ISN 0086      WRITE(OUT,150) ID(L),JD(L), (RM(K),K=1,12), (HDO(L,K),K=1,12)
ISN 0087      160 FORMAT('0',///,4X,'MALLA ',2I3,///,4X,'MES ',I3,12(5X,A3),
1//,4X,'COTA PIEZOM.OBSERVADA',I3,12(F8.2))
ISN 0088      I=ID(L)
ISN 0089      J=JD(L)
ISN 0090      155 MN(I,J)=1.0

C DIBUJO DEL ACUIFERO CON MALLAS CONTRASTE PIEZOMETRICO
ISN 0091      CALL MOND(ABC,NC,NR,MN,ICAT,16,TITULR)

C LECTURA DE MALLAS DE RIO
ISN 0092      READ(IN,165) (TITULR(I),I=1,20),NQR
ISN 0093      165 FORMAT(20A2,I3)
ISN 0094      IF(NQR.EQ.0) GO TO 195
ISN 0095      READ(IN,170) (IR(K),JR(K),RD(IR(K)),RJ(K)),RH(IR(K)),RJ(K)),RI(IR(K)),
1JR(K)),K=1,NQR)
ISN 0096      170 FORMAT(2I3,2F6.1,E6.1)
ISN 0097      WRITE(OUT,190)
ISN 0098      190 FORMAT('1',///,4X,'MALLAS CON RELACION RIO-ACUIFERO',/,115('='),
1//,4X,'MALLA',4X,'COTA LECHO',4X,'COTA AGUA RIO',4X,
2'C.PERMEABILIDAD',/)
ISN 0099      WRITE(OUT,180) (IR(K),JR(K),RD(IR(K)),RJ(K)),RH(IR(K)),RJ(K)),RI(IR(K)),
1JR(K)),K=1,NQR)
ISN 0100      180 FORMAT('0',3X,2I3,7X,F6.1,9X,F6.1,8X,F11.1)
ISN 0101

```

EVEL 2.3.0 (JUNE 78)

MAIN

OS/360 FORTRAN H EXTENDED

DATE 84.005/18.47.37

```

C
C DIBUJO DEL ACUIFERO CON LAS MALLAS DE RIO
C
ISN 0102 CALL MONDI(ABC,NC,NR,RD,ICAT,18,TITULR)
ISN 0103 195 CONTINUE
C
C LECTURA DE MALLAS CON VERTIENTES
C
ISN 0104 READ(IN,165) (TITULR(I),I=1,20),NVER
ISN 0105 IF(NVER.EQ.0) GO TO 215
ISN 0107 READ(IN,200) (IV(K),JV(K),RDV(IV(K),JV(K)),K=1,NVER)
ISN 0108 200 FORMAT(2I3,F6.1)
ISN 0109 WRITE(OUT,210)
ISN 0110 210 FORMAT('1',///,4X,'MALLAS CON VERTIENTES',//,115(' '),////,4X,
1'COTA MINIMA DE VERTIMIENTO POR MALLA')
ISN 0111 WRITE(OUT,220) (IV(K),JV(K),RDV(IV(K),JV(K)),K=1,NVER)
ISN 0112 220 FORMAT('0',//,(5(2X,2I3,F11.2,3X),//))
C
C DIBUJO DEL ACUIFERO CON LAS MALLAS CON VERTIENTES
C
ISN 0113 CALL MONDI(ABC,NC,NR,RDV,ICAT,22,TITULR)
ISN 0114 215 CONTINUE
C
ISN 0115 STT=0.0
ISN 0116 QMTT=0.0
ISN 0117 CRIT=0.0
ISN 0118 QVIT=0.0
ISN 0119 TIME=0.0
ISN 0120 COEF=1.65726
ISN 0121 NSTEPS=6
C
C LECTURA DE BOMBEO E INFILTRACIONES
C
ISN 0122 350 READ(IN,230) (TITULR(I),I=1,20),NP
ISN 0123 230 FORMAT(20A2,15)
ISN 0124 IF(NP.EQ.0) GO TO 1000
ISN 0126 DO 235 I=1,NC
ISN 0127 DO 235 J=1,NR
ISN 0128 235 MN(I,J)=0.0
ISN 0129 READ(IN,240) FC,ICL,(FD(K,ICL),K=1,12)
ISN 0130 240 FORMAT(F5.1,15,12F5.1)
ISN 0131 NSP(ICL)=NP
ISN 0132 DO 260 L=1,NP
ISN 0133 READ(IN,250) I,J,P(L,ICL)
ISN 0134 250 FORMAT(2I3,E7.0)
ISN 0135 JP(L,ICL)=I
ISN 0136 JP(L,ICL)=J
ISN 0137 P(L,ICL)=P(L,ICL)*FC
ISN 0138 K(I,J)=1.0
ISN 0139 QTOT(ICL)=QTOT(ICL)+P(L,ICL)
ISN 0140 DO 270 I=1,20
ISN 0141 270 TITUBP(I,ICL)=TITULR(I)
ISN 0142 NP=NSP(ICL)
ISN 0143 WRITE(OUT,280) (TITULR(I),I=1,20),QTOT(ICL)
ISN 0144 280 FORMAT('1',9X,20A2,//,'0',9X,'VOLUMEN TOTAL PARA EL ACUIFERO',
IF11.2,2X,'MILES M3/ANU',//)
ISN 0145 DO 282 K=1,12
ISN 0146 282 QX(K)=QTOT(ICL)*FD(K,ICL)
    
```

SIM01700
SIM01710
SIM01720
SIM01730
SIM01740
SIM01750
SIM01760
SIM01770
SIM01780
SIM01790
SIM01800
SIM01810
SIM01820
SIM01830
SIM01840
SIM01850
SIM01860
SIM01870
SIM01880
SIM01890
SIM01900
SIM01910
SIM01920
SIM01930
SIM01940
SIM01950
SIM01960
SIM01970
SIM01980
SIM01990
SIM02000
SIM02010
SIM02020
SIM02030
SIM02040
SIM02050
SIM02060
SIM02070
SIM02080
SIM02090
SIM02100
SIM02110
SIM02120
SIM02130
SIM02140
SIM02150
SIM02160
SIM02170
SIM02180
SIM02190
SIM02200
SIM02210
SIM02220
SIM02230
SIM02240
SIM02250
SIM02260
SIM02270

```

LEVEL 2.3.0 (JUNE 78)          MAIN          US/360 FORTRAN H EXTENDED          DATE 84.005/18.47.37
ISN 0147          WRITE(OUT,285) (RM(K),K=1,12),(FD(K,ICL),K=1,12),(CA(K),K=1,12)          SIM02280
ISN 0148          285 FORMAT('0',12F9.2,/,/,0',12(6X,A3),/,0',12F9.1)          SIM02290
          *12F9.2,/,/,0',12(6X,A3),/,0',12F9.1)          SIM02300
ISN 0149          WRITE(OUT,288) (IP(L,ICL),JP(L,ICL),P(L,ICL),L=1,NP)          SIM02310
ISN 0150          288 FDKMAT('0',/,/,9X,'VOLUMEN ANUAL POR MALLA' MILES M3/ANC',/,/,          SIM02320
          *(5(2X,213,F11.2,3X),/))          SIM02330
ISN 0151          CALL MUNOS(ABC,NC,NR,MN,ICAT,ICL,TITULR)          SIM02340
ISN 0152          GO TO 350          SIM02350
C*****          SIM02360
C          FIN ENTRADA DE DATOS          SIM02370
C          SIM02380
C          EMPIEZA LA SIMULACION          SIM02390
C*****          SIM02400
ISN 0153          1000 NCL=ICL          SIM02410
ISN 0154          IANOS=1          SIM02420
ISN 0155          DO 360 I=1,NC          SIM02430
ISN 0156          DO 360 J=1,NR          SIM02440
ISN 0157          360 H0(I,J)=H(I,J)          SIM02450
ISN 0158          3000 WRITE(OUT,2000) IANOS          SIM02460
ISN 0159          2000 FORMAT('1',/,/,50X,26('*'),/,/,50X,'SIMULACION PARA EL ANC',          SIM02470
          *13,/,/,50X,26('*'))          SIM02480
ISN 0160          KK=0          SIM02490
ISN 0161          4000 DELTA=1.0          SIM02500
ISN 0162          KK=KK+1          SIM02510
ISN 0163          IF(KK.GT.NMESES) GO TO 5000          SIM02520
ISN 0165          DO 353 I=1,NC          SIM02530
ISN 0166          DO 353 J=1,NR          SIM02540
ISN 0167          H(I,J)=0.0          SIM02550
ISN 0168          353 W(I,J)=0.0          SIM02560
C          SIM02570
C          CALCULO DE LA RECARGA NETA POR MALLA          SIM02580
C          SIM02590
ISN 0169          DO 365 ICL=1,NCL          SIM02600
ISN 0170          NP=NSP(ICL)          SIM02610
ISN 0171          DO 365 L=1,NP          SIM02620
ISN 0172          I=IP(L,ICL)          SIM02630
ISN 0173          J=JP(L,ICL)          SIM02640
ISN 0174          365 Q(I,J)=Q(I,J)-P(L,ICL)*ICD*FD(KK,ICL)/30          SIM02650
C          SIM02660
C          PLANTEAMIENTO Y RESOLUCION DEL SISTEMA DE ECUACIONES          SIM02670
C          DE DIFERENCIAS FINITAS          SIM02680
C          SIM02690
ISN 0175          DO 400 ISTEP=1,NSTEPS          SIM02700
ISN 0176          TIME=TIME+DELTA          SIM02710
C          SIM02720
C          PREDICCION DE NIVELES PARA EL          SIM02730
C          SIGUIENTE INTERVALO DE TIEMPO          SIM02740
C          SIM02750
ISN 0177          DO 410 I=1,NC          SIM02760
ISN 0178          DO 410 J=1,NR          SIM02770
ISN 0179          D=H(I,J)-H0(I,J)          SIM02780
ISN 0180          H0(I,J)=H(I,J)          SIM02790
ISN 0181          F=1.0          SIM02800
ISN 0182          IF(DL(I,J).EQ.0.0) GO TO 420          SIM02810
ISN 0184          IF(ISTEP.GT.2) F=D/DL(I,J)          SIM02820
ISN 0185          IF(F.GT.5.0) F=5.0          SIM02830
ISN 0186          IF(F.LT.0.0) F=0.0          SIM02840
ISN 0190          420 DL(I,J)=0          SIM02850
    
```

LEVEL 2.3.0 (JUNE 78) MAIN OS/360 FORTRAN H EXTENDED DATE 84.005/18.47.37

```

ISN 0191      410 H(I,J)=H(I,J)+D*F
C             CALCULO DEL COEF. DE SALIDA DESDE VERTIENTES
C             IF(NVER.EQ.0) GO TO 415
ISN 0192      DO 418 L=1,NVER
ISN 0194      I=IV(L)
ISN 0195      J=JV(L)
ISN 0196      418 RV(I,J)=SF1(I,J)/DELTA
ISN 0197      415 CONTINUE
C             REFINAMIENTO DE LAS ESTIMACIONES
C             POR EL METODO IADI
C             ITER=0
ISN 0199      430 E=0.0
ISN 0200      ITER=ITER+1
ISN 0201      IF(ITER.LE.20) GO TO 440
ISN 0202      WRITE(OUT,450) TIME
ISN 0204      450 FORMAT('1',///,'SE HA EXCEDIDO EL NUMERO MAXIMO DE ITERACIONES,20'
ISN 0205      1,/,4X,'TIEMPO=',F6.2)
ISN 0206      STOP
ISN 0207      440 CONTINUE
C             CALCULOS POR COLUMNAS
C             DO 460 II=1,NC
ISN 0208      I=II
ISN 0209      IF(MOD(ISTEP+ITER,2).EQ.1) I=NC-I+1
ISN 0210      DO 470 J=1,NR
ISN 0211      IF(ICAT(I,J).EQ.1) GO TO 465
ISN 0212      IF(ICAT(I,J).EQ.1) GO TO 465
ISN 0213      CALCULO DE LOS VECTORES B Y G
C             EFECTO DEL RIO
C             IF(H(I,J).LT.RD(I,J)) GO TO 480
ISN 0215      RE=RH(I,J)*R(I,J)
ISN 0217      RB=1.0
ISN 0218      GO TO 490
ISN 0219      480 RE=(RH(I,J)-RD(I,J))*R(I,J)
ISN 0220      RB=0.0
ISN 0221      490 DD=HO(I,J)*SF1(I,J)/DELTA-J(I,J)+RE
ISN 0222      BB=SF1(I,J)/DELTA+R(I,J)*RB
ISN 0223      EFECTO DE LAS VERTIENTES
C             IF(H(I,J).LT.RDV(I,J)) GO TO 500
ISN 0224      DD=DD+RDV(I,J)*RV(I,J)
ISN 0226      BB=BB+RV(I,J)
ISN 0227      500 CONTINUE
ISN 0228      AA=0.0
ISN 0229      CC=0.0
ISN 0230      IF(J-1) 510,520,510
ISN 0231      510 AA=-T(I,J-1,1)
ISN 0232      BB=BB+T(I,J-1,1)
ISN 0233      520 IF(J-NR) 530,540,530
ISN 0234
SIM02860
SIM02870
SIM02880
SIM02890
SIM02900
SIM02910
SIM02920
SIM02930
SIM02940
SIM02950
SIM02960
SIM02970
SIM02980
SIM02990
SIM03000
SIM03010
SIM03020
SIM03030
SIM03040
SIM03050
SIM03060
SIM03070
SIM03080
SIM03090
SIM03100
SIM03110
SIM03120
SIM03130
SIM03140
SIM03150
SIM03160
SIM03170
SIM03180
SIM03190
SIM03200
SIM03210
SIM03220
SIM03230
SIM03240
SIM03250
SIM03260
SIM03270
SIM03280
SIM03290
SIM03300
SIM03310
SIM03320
SIM03330
SIM03340
SIM03350
SIM03360
SIM03370
SIM03380
SIM03390
SIM03400
SIM03410
SIM03420
SIM03430
    
```

```

*LEVEL 2.3.0 (JUNE 78)          MAIN          OS/360 FORTRAN H EXTENDED          DATE 84-065/18-47.37

ISN 0235      530  CC=-T(I,J,1)
ISN 0236      540  BB=BB+T(I,J,1)
ISN 0237      550  IF(I-1) 550,560,550
ISN 0238      550  BB=BB+T(I-1,J,2)
ISN 0239      560  DD=DD+H(I-1,J)*T(I-1,J,2)
ISN 0240      570  IF(I-NC) 570,580,570
ISN 0241      570  BB=BB+T(I,J,2)
ISN 0242      580  DD=DD+H(I+1,J)*T(I,J,2)
ISN 0243      600  IF(J-1) 590,600,590
ISN 0244      590  B(J)=CC/BB
ISN 0245      600  G(J)=DD/BB
ISN 0246      600  GO TO 470
ISN 0247      590  W=BB-AA*B(J-1)
ISN 0248      600  B(J)=CC/W
ISN 0249      600  G(J)=(DD-AA*G(J-1))/W
ISN 0250      600  GO TO 470
ISN 0251      465  B(J)=0.0
ISN 0252      465  G(J)=0.0
ISN 0253      470  CONTINUE

C
C REESTIMACION DE NIVELES
C
ISN 0254      E=E+ABS(H(I,NR)-G(NR))
ISN 0255      H(I,NR)=G(NR)
ISN 0256      N=NR-1
ISN 0257      610  HA=G(N)-B(N)*H(I,N+1)
ISN 0258      IF(HA.LT.0.0) HA=0.0
ISN 0260      E=E+ABS(HA-H(I,N))
ISN 0261      H(I,N)=HA
ISN 0262      N=N-1
ISN 0263      IF(N) 460,460,610
ISN 0264      460  CONTINUE

C
C CALCULOS POR FILAS
C
ISN 0265      DO 620 JJ=1,NR
ISN 0266      J=JJ
ISN 0267      IF(MOD(ISTEP+ITER,2).EQ.1) J=NR-J+1
ISN 0269      DO 630 I=1,NC
ISN 0270      IF(ICAT(I,J).EQ.1) GO TO 625

C
C EFECTO DEL RIO
C
ISN 0272      IF(H(I,J).LT.RD(I,J)) GO TO 640
ISN 0274      RE=RH(I,J)*R(I,J)
ISN 0275      RB=1.0
ISN 0276      GO TO 650
ISN 0277      640  KE=(RH(I,J)-RD(I,J))*R(I,J)
ISN 0278      RB=0.0
ISN 0279      650  DJ=HU(I,J)*SF1(I,J)/DELTA-Q(I,J)+RE
ISN 0280      BB=SF1(I,J)/DELTA+R(I,J)*RB

C
C EFECTO DE LAS VERTIENTES
C
ISN 0281      IF(H(I,J).LT.RDV(I,J)) GO TO 660
ISN 0282      DD=DD+RDV(I,J)*RV(I,J)
ISN 0284      BB=BB+RV(I,J)
ISN 0285      660  CONTINUE
    
```

LEVEL 2.3.0 (JUNE 78) MAIN OS/360 FORTRAN H EXTENDED DATE 84.005/16.47.37

```

ISN 0286      AA=0.0
ISN 0287      CC=0.0
ISN 0288      IF(J-1) 670,680,670
ISN 0289      670 BB=BB+T(I,J-1,1)
ISN 0290      DD=DD+H(I,J-1)*T(I,J-1,1)
ISN 0291      680 IF(J-NR)690,700,690
ISN 0292      690 DD=DD+H(I,J+1)*T(I,J,1)
ISN 0293      BB=BB+T(I,J,1)
ISN 0294      700 IF(I-1) 710,720,710
ISN 0295      710 BB=BB+T(I-1,J,2)
ISN 0296      AA=-T(I-1,J,2)
ISN 0297      720 IF(I-NC)730,740,730
ISN 0298      730 BB=BB+T(I,J,2)
ISN 0299      CC=-T(I,J,2)
ISN 0300      740 IF(I-1) 750,760,750
ISN 0301      760 B(I)=CC/BB
ISN 0302      G(I)=DD/BB
ISN 0303      GO TO 630
ISN 0304      750 W=BB-AA*B(I-1)
ISN 0305      B(I)=CC/W
ISN 0306      G(I)=(DD-AA*G(I-1))/W
ISN 0307      GO TO 630
ISN 0308      625 B(I)=0.0
ISN 0309      G(I)=0.0
ISN 0310      630 CONTINUE

C
C REESTIMACION DE NIVELES
C
ISN 0311      E=E+ABS(H(NC,J)-G(NC))
ISN 0312      H(NC,J)=G(NC)
ISN 0313      N=NC-1
ISN 0314      770 HA=G(N)-B(N)*H(N+1,J)
ISN 0315      IF(HA.LT.0.0) HA=0.0
ISN 0317      E=E+ABS(H(N,J)-HA)
ISN 0318      H(N,J)=HA
ISN 0319      N=N-1
ISN 0320      IF(N) 620,620,770
ISN 0321      620 CONTINUE
ISN 0322      IF(E.GT.ERROR) GO TO 430

C *****
C
C BALANCE MASICO MENSUAL
C *****
C
C CAMELOS EN EL ALMACENAMIENTO
C
ISN 0324      DO 870 I=1,NC
ISN 0325      DO 870 J=1,NR
ISN 0326      IF(ICAT(I,J).NE.4) GO TO 870
ISN 0328      ST(KK)=ST(KK)+SF1(I,J)*(H(I,J)-HC(I,J))
ISN 0329      870 CONTINUE

C
C BALANCE EN LAS MALLAS EXTERIORES
C
ISN 0330      DO 790 K=1,NMEN
ISN 0331      I=IM(K)
ISN 0332      J=JM(K)
    
```

```

LEVEL 2.3.0 (JUNE 78)          MAIN          US/360  FORTRAN H EXTENDED          DATE 84.06/1E.47.37

ISN 0333      790 QM(K)=QM(K)+T(I,J,1)*(H(I,J)-H(I,J+1))*DELTA          SIMC460C
ISN 0334          LI=NMEN+1          SIMC461C
ISN 0335          DO 800 K=L1,NMEE          SIMC462C
ISN 0336          I=IM(K)          SIMC463C
ISN 0337          J=JM(K)          SIMC464C
ISN 0338      800 QM(K)=QM(K)+ T(I-1,J,2)*(H(I,J)-H(I-1,J))*DELTA          SIMC465C
ISN 0339          LI=NMEE+1          SIMC466C
ISN 0340          DO 810 K=L1,NMES          SIMC467C
ISN 0341          I=IM(K)          SIMC468C
ISN 0342          J=JM(K)          SIMC469C
ISN 0343      810 JM(K)=QM(K)+T(I,J-1,1)*(H(I,J)-H(I,J-1))*DELTA          SIMC470C
ISN 0344          LI=NMEW+1          SIMC471C
ISN 0345          DO 820 K=L1,NMEW          SIMC472C
ISN 0346          I=IM(K)          SIMC473C
ISN 0347          J=JM(K)          SIMC474C
ISN 0348      820 QM(K)=QM(K)+T(I,J,2)*(H(I,J)-H(I+1,J))*DELTA          SIMC475C
C          BALANCE EN LAS MALLAS DE RIO          SIMC476C
C          IF (NQR.EQ.0) GO TO 840          SIMC477C
ISN 0349          DO 830 K=1,NQR          SIMC478C
ISN 0351          I=IR(K)          SIMC479C
ISN 0352          J=JR(K)          SIMC480C
ISN 0353          PAL=H(I,J)          SIMC481C
ISN 0354          IF(H(I,J).LT.RD(I,J))PAL=RD(I,J)          SIMC482C
ISN 0355      830 QM(K)=QM(K)+ R(I,J)*(RH(I,J)-PAL)*DELTA          SIMC483C
ISN 0357      840 CONTINUE          SIMC484C
ISN 0358          C          SIMC485C
C          BALANCE EN LAS MALLAS CON VERTIENTES          SIMC486C
C          IF (NVER.EQ.0) GO TO 860          SIMC487C
ISN 0359          DO 850 K=1,NVER          SIMC488C
ISN 0361          I=IV(K)          SIMC489C
ISN 0362          J=JV(K)          SIMC490C
ISN 0363          IF(H(I,J).LT.RDV(I,J)) GO TO 850          SIMC491C
ISN 0364          QV(K)=QV(K)+RV(I,J)*(H(I,J)-RDV(I,J))*DELTA          SIMC492C
ISN 0366      850 CONTINUE          SIMC493C
ISN 0367      860 CONTINUE          SIMC494C
ISN 0368          DELTA=DELTA*COEF          SIMC495C
ISN 0369      400 CONTINUE          SIMC496C
ISN 0370          C          SIMC497C
C          ALMACENAMIENTO DE DATOS PARA DIBUJOS EN MALLAS ESCALADAS          SIMC498C
C          DO 1075 L=1,N0          SIMC499C
ISN 0371          I=ID(L)          SIMC500C
ISN 0372          J=JD(L)          SIMC501C
ISN 0373      1075 HD(L,KK)=H(I,J)          SIMC502C
ISN 0374          C          SIMC503C
C          ALMACENAMIENTO DE DATOS PARA MAPA DE DESCENSOS          SIMC504C
C          IF (TIME.GT.31.0) GO TO 1078          SIMC505C
ISN 0375          DO 1081 I=1,N0          SIMC506C
ISN 0377          DO 1081 J=1,NK          SIMC507C
ISN 0378      1081 HK(I,J)=HD(I,J)          SIMC508C
ISN 0379      1078 CONTINUE          SIMC509C
ISN 0380          C          SIMC510C
C          SALIDA DE DATOS MENSUALES          SIMC511C
C          C          SIMC512C
C          C          SIMC513C
C          C          SIMC514C
C          C          SIMC515C
C          C          SIMC516C
C          C          SIMC517C
    
```

*LEVEL 2.3.0 (JUNE 78) MAIN OS/360 FORTRAN H EXTENDED DATE 84.005/18.47.37

```

C
C*****
ISN 0381      WRITE(OUT,880) TIME
ISN 0382      880 FORMAT('1',///,4X,'BALANCE MASICO EN LAS MALLAS EXTERIORES, I-J
              1- Q(M3)      NORTE-ESTE-SUR-OESTE',///,4X,'TIEMPO=',F6.1,1X,'DIAS')
ISN 0383      L1=1
ISN 0384      L2=NMEN
ISN 0385      890 WRITE(OUT,890) (IM(K),JM(K),QM(K),K=L1,L2)
ISN 0386      890 FORMAT('0',///,(5(2X,213,F13.0,3X)))
ISN 0387      L1=L2+1
ISN 0388      L2=NMEE
ISN 0389      WRITE(OUT,890) (IM(K),JM(K),QM(K),K=L1,L2)
ISN 0390      L1=L2+1
ISN 0391      L2=NMES
ISN 0392      WRITE(OUT,890) (IM(K),JM(K),QM(K),K=L1,L2)
ISN 0393      L1=L2+1
ISN 0394      L2=NMEN
ISN 0395      WRITE(OUT,890) (IM(K),JM(K),QM(K),K=L1,L2)
ISN 0396      DO 900 K=1,NMEN
ISN 0397      QMT(K)=QMT(K)+QM(K)
ISN 0398      900 QMMES(KK)=QMMES(KK)+QM(K)
ISN 0399      QMTT=QMTT+QMMES(KK)
ISN 0400      WRITE(OUT,910) QMMES(KK)
ISN 0401      910 FORMAT('0',///,20X,'TOTAL=',F14.2,2X,'M3')
ISN 0402      IF(NQR.EQ.0) GO TO 940
ISN 0404      WRITE(OUT,920) TIME
ISN 0405      920 FORMAT('1',///,4X,'BALANCE MASICO EN LAS MALLAS DE RIO, I-J - C(M3
              *) ' ',///,4X,'TIEMPO=',F6.1,1X,'DIAS')
ISN 0406      WRITE(OUT,930) (IR(K),JR(K),QR(K),K=1,NQR)
C
ISN 0407      DO 930 K=1,NQR
ISN 0408      QRT(K)=QRT(K)+QR(K)
ISN 0409      930 QRMES(KK)=QRMES(KK)+QR(K)
ISN 0410      QRTT=QRTT+QRMES(KK)
ISN 0411      WRITE(OUT,910) QRMES(KK)
ISN 0412      940 IF(NVER.EQ.0) GO TO 960
ISN 0414      WRITE(OUT,980) TIME
ISN 0415      980 FORMAT('1',///,4X,'BALANCE MASICO EN LAS MALLAS CON VERTIENTES, I-
              *J - Q(M3) ' ',///,4X,'TIEMPO=',F6.1,1X,'DIAS')
ISN 0416      WRITE(OUT,990) (IV(K),JV(K),QV(K),K=1,NVER)
ISN 0417      DO 950 K=1,NVER
ISN 0418      QVT(K)=QVT(K)+QV(K)
ISN 0419      I=IV(K)
ISN 0420      J=JV(K)
ISN 0421      QH(I,J)=QV(K)
ISN 0422      950 QVMES(KK)=QVMES(KK)+QV(K)
ISN 0423      QVTT=QVTT+QVMES(KK)
ISN 0424      WRITE(OUT,910) QVMES(KK)
ISN 0425      960 IF(LO.GE.800) GO TO 965
ISN 0427      CALL MAPA(TIME,NC,NR,ABC,QH,ICAT,5000,2)
ISN 0428      GO TO 960
ISN 0429      965 CALL MAPA(TIME,NC,NR,ABC,QH,ICAT,30000,2)
ISN 0430      WRITE(OUT,970) ST(KK)
ISN 0431      970 FORMAT('1',///,130(' '),///,10X,'TOTAL CAMBIOS ALMACENAMIENTOS
              *',F16.2,2X,'M3',///,130(' '))
ISN 0432      STT=STT+ST(KK)
ISN 0433      WRITE(OUT,990) TIME
ISN 0434      990 FORMAT('1',///,10X,'NIVELES PIEZOMETRICOS',10X,'TIEMPO=',F6.1,1X,'
    
```

LEVEL 2.3.0 (JUNE 78) MAIN OS/360 FORTRAN H EXTENDED DATE 84.005/18.47.37

```

*DIAS' // ,115('=')
DO 1010 I=1,NC
ISN 0435 DO 1010 I=1,NC
ISN 0436 1010 WRITE(OUT,1020) I,(H(I,J),J=1,NR)
ISN 0437 1020 FORMAT('D',///,15,4X,10F8.2,///,(9X,10F8.2,///))
ISN 0438 CALL MAPA(TIME,NC,NR,ABC,H,ICAT,20,I)
C
C MAPA CON DESCENSOS ENTRE EL PRINCIPIO Y FINAL DEL PRIMER MES
C
ISN 0439 IF(TIME.GT.31.0) GO TO 1025
ISN 0441 CALL DESCEN(NC,NR,H,HK,ICAT,ABC)
ISN 0442 1025 CONTINUE
C
C
ISN 0443 DO 1030 K=1,NMEN
ISN 0444 1030 QM(K)=0.0
ISN 0445 IF(NQR.EQ.0) GO TO 1050
ISN 0447 DO 1040 K=1,NWF
ISN 0448 1040 QR(K)=0.0
ISN 0449 1050 IF(NVER.EQ.0) GO TO 1070
ISN 0451 DO 1060 K=1,NVER
ISN 0452 1060 QV(K)=0.0
ISN 0453 1070 CONTINUE
C
C FINALIZA LA SIMULACION DE UN MES
C
ISN 0454 IF(KK/12.NE.KK/12.0) GO TO 4000
C *****
C SALIDA DE DATOS ANUALES
C *****
ISN 0456 WRITE(OUT,1080) IANUS
ISN 0457 1080 FORMAT('I',///,///,40X,39(' '),///,41X,
* BALANCE MASICO TOTAL PARA EL AÑO',14,///,40X,39(' '))
C
ISN 0458 WRITE(OUT,880) TIME
ISN 0459 L1=1
ISN 0460 L2=NMEN
ISN 0461 WRITE(OUT,890) (IM(K),JM(K),QMT(K),K=L1,L2)
ISN 0462 L1=L2+1
ISN 0463 L2=NMEN
ISN 0464 WRITE(OUT,890) (IM(K),JM(K),QMT(K),K=L1,L2)
ISN 0465 L1=L2+1
ISN 0466 L2=NMEN
ISN 0467 WRITE(OUT,890) (IM(K),JM(K),QMT(K),K=L1,L2)
ISN 0468 L1=L2+1
ISN 0469 L2=NMEN
ISN 0470 WRITE(OUT,890) (IM(K),JM(K),QMT(K),K=L1,L2)
ISN 0471 WRITE(OUT,910) QMT
ISN 0472 IF(NQR.EQ.0) GO TO 1090
ISN 0474 WRITE(OUT,920) TIME
ISN 0475 WRITE(OUT,890) (IR(K),JR(K),QRT(K),K=1,NQR)
ISN 0476 WRITE(OUT,910) CRT
ISN 0477 1090 IF(NVER.EQ.0) GO TO 1100
ISN 0479 DO 1095 K=1,NVER
ISN 0480 I=IV(K)
ISN 0481 J=JV(K)

```

SIM05760
SIM05770
SIM05780
SIM05790
SIM05800
SIM05810
SIM05820
SIM05830
SIM05840
SIM05850
SIM05860
SIM05870
SIM05880
SIM05890
SIM05900
SIM05910
SIM05920
SIM05930
SIM05940
SIM05950
SIM05960
SIM05970
SIM05980
SIM05990
SIM06000
SIM06010
SIM06020
SIM06030
SIM06040
SIM06050
SIM06060
SIM06070
SIM06080
SIM06090
SIM06100
SIM06110
SIM06120
SIM06130
SIM06140
SIM06150
SIM06160
SIM06170
SIM06180
SIM06190
SIM06200
SIM06210
SIM06220
SIM06230
SIM06240
SIM06250
SIM06260
SIM06270
SIM06280
SIM06290
SIM06300
SIM06310
SIM06320
SIM06330

LEVEL 2.3.0 (JUNE 78) MAIN 05/360 FORTRAN H EXTENDED DATE 04.005/18.47.37

```

ISN 0482 1095 QH(I,J)=QVT(K) SIM06340
ISN 0483 WRITE(OUT,980) TIME SIM06350
ISN 0484 WRITE(OUT,990) (IV(K),JV(K),QVT(K),K=1,NVER) SIM06360
ISN 0485 WRITE(OUT,910) QVT SIM06370
ISN 0486 IF(LO.GE.800) GO TO 1098 SIM06380
ISN 0488 CALL MAPA(TIME,NC,NR,ABC,QH,ICAT,50000,2) SIM06390
ISN 0489 GO TO 1100 SIM06400
ISN 0490 1098 CALL MAPA(TIME,NC,NR,ABC,QH,ICAT,3000000,2) SIM06410
ISN 0491 1100 CONTINUE SIM06420
ISN 0492 WRITE(OUT,970) STI SIM06430
C SIM06440
ISN 0493 DO 1110 K=1,NMEW SIM06450
ISN 0494 1110 QMT(K)=0.0 SIM06460
ISN 0495 IF(NQR.EQ.0) GO TO 1120 SIM06470
ISN 0497 DO 1130 K=1,NQR SIM06480
ISN 0498 1130 QRT(K)=0.0 SIM06490
ISN 0499 1120 IF(NVER.EQ.0) GO TO 1140 SIM06500
ISN 0501 DO 1150 K=1,NVER SIM06510
ISN 0502 1150 QVT(K)=0.0 SIM06520
ISN 0503 1140 CONTINUE SIM06530
C***** SIM06540
C RESUMEN DEL BALANCE MASICO SIM06550
C***** SIM06560
ISN 0504 1200 WRITE(OUT,1200) (RM(K),K=1,12) SIM06580
ISN 0505 FORMAT('1',///,28X,27('*'),///,29X,'RESUMEN BALANCE MASICO',///, SIM06590
*28X,27('*'),///,30X,'VALORES EN MILLONES M3',/////,'0', SIM06600
*2X,'MES',T30,12(4X,A3),4X,'TOTAL ANUAL',////) SIM06610
DO 1210 K=1,12 SIM06620
ISN 0506 QMMES(K)=QMMES(K)/1000000 SIM06630
ISN 0507 QRMES(K)=QRMES(K)/1000000 SIM06640
ISN 0508 QVMES(K)=-QVMES(K)/1000000 SIM06650
ISN 0509 ST(K)=ST(K)/1000000 SIM06660
ISN 0510 1210 QBAL(K)=QMMES(K)+QRMES(K)+QVMES(K)-ST(K) SIM06670
ISN 0511 QMTT=QMT/1000000 SIM06680
ISN 0512 QRTT=QRT/1000000 SIM06690
ISN 0513 QVTT=-QVT/1000000 SIM06700
ISN 0514 STT=STT/1000000 SIM06710
ISN 0515 WRITE(OUT,1220) (QMMES(K),K=1,12),QMTT SIM06720
ISN 0516 1220 FORMAT('0',/,2X,'MALLAS EXTERIORES',T30,12F7.2,3X,F7.2) SIM06730
ISN 0517 WRITE(OUT,1230) (QRMES(K),K=1,12),QRTT SIM06740
ISN 0518 1230 FORMAT('0',/,2X,'RIO',T30,12F7.2,3X,F7.2) SIM06750
ISN 0519 WRITE(OUT,1240) (QVMES(K),K=1,12),QVTT SIM06760
ISN 0520 1240 FORMAT('0',/,2X,'VERTIENTES',T30,12F7.2,3X,F7.2) SIM06770
ISN 0521 WRITE(OUT,1245) (ST(K),K=1,12),STT SIM06780
ISN 0522 1245 FORMAT('0',/,2X,'ALMACENAMIENTO',T30,12F7.2,3X,F7.2) SIM06790
ISN 0523 DO 1250 ICL=1,NCL SIM06800
ISN 0524 QTOT(ICL)=QTOT(ICL)/1000 SIM06810
ISN 0525 DO 1260 K=1,12 SIM06820
ISN 0526 QX(K)=QTOT(ICL)*FD(K,ICL) SIM06830
ISN 0527 1260 QBAL(K)=QBAL(K)+QX(K) SIM06840
ISN 0528 1250 WRITE(OUT,1270) (TITUBP(I,ICL),I=1,20),(QX(K),K=1,12),QTOT(ICL) SIM06850
ISN 0529 1270 FORMAT('0',/,2X,20A2,T30,12F7.2,3X,F7.2) SIM06860
ISN 0530 QBALT=0.0 SIM06870
ISN 0531 DO 1280 K=1,12 SIM06880
ISN 0532 1280 QBALT=QBALT+QBAL(K) SIM06890
ISN 0533 WRITE(OUT,1290) (QBAL(K),K=1,12),QBALT SIM06900
ISN 0534
    
```

```

EVEL 2.3.0 (JUNE 78)          MAIN          OS/360  FORTRAN H EXTENDED          DATE 84.005/18.47.3
ISN 0535      1290 FORMAT('0',///,2X,'BALANCE TOTAL',I30,12F7.2,3X,F7.2,///,2X,
      *VALORES POSITIVOS INDICAN ENTRADAS AL ACUIFERO')
ISN 0536      QMTT=0.0
ISN 0537      QKTT=0.0
ISN 0538      STT=0.0
ISN 0539      QVTT=0.0
C
ISN 0540      IF(KK.GE.NMESES) GO TO 5000
ISN 0542      IANOS=IANOS+1
ISN 0543      GO TO 3000
C
C      DIBUJOS CONTRASTE PIEZOMETRICO
C
ISN 0544      5000 CALL DIBUJO(ABC,NMESES, ID, JD, ND, HD, HDC, RM)
C
C      MAPA DE DESCENSOS DE NIVELES
C
ISN 0545      CALL DESCEN(NG,NR,H,HK,ICAT,ABC)
ISN 0546      STOP
ISN 0547      END
SIM0692L
SIM06930
SIM06940
SIM06950
SIM06960
SIM06970
SIM06980
SIM06990
SIM07000
SIM07010
SIM07020
SIM07030
SIM07040
SIM07050
SIM07060
SIM07070
SIM07080
SIM07090
SIM07100
SIM07110
    
```

```

OPTIONS IN EFFECT*NAME(MAIN) NOOPTIMIZE LINECOUNT(60) SIZE(MAX) AUTODBL(NONE)
OPTIONS IN EFFECT*SOURCE EBCDIC NOLIST NODECK OBJECT NOMAP NOFORMAT NOGOSTMT NLXREF NOALL NOANSF TERM
*STATISTICS* SOURCE STATEMENTS = 540, PROGRAM SIZE = 366766, SUBPROGRAM NAME = MAIN
*STATISTICS* NO DIAGNOSTICS GENERATED
***** END OF COMPILATION *****
1148K BYTES OF CORE NOT USED
    
```

*LEVEL 2.3.0 (JUNE 78)

OS/360 FORTRAN H EXTENDED

DATE 84.005/18.46.15

REQUESTED OPTIONS:

*OPTIONS IN EFFECT: NAME(MAIN) NOOPTIMIZE LINECOUNT(60) SIZE(MAX) AUTODBL(NONE) SOURCE EBCDIC NOLIST NODECK OBJECT NOMAP NOFORMAT NOGOSTMT NOXREF NOALC NOANSF TERM

```

C*****SIMC7120
C      FIN DEL PROGRAMA PRINCIPAL.COMIENZAN LAS SUBROUTINAS      SIMC7130
C      SIMC7140
C      SIMC7150
ISN 0002 C*****SIMC7160
          SUBROUTINE DIBUJO(ABC,NMESES,LD,JD,ND,HD,HDC,KM)      SIMC7170
          SIMC7180
          DIBUJOS EN NUDOS ESCOGIDOS PARA EL CONTRASTE PIEZOMETRICO      SIMC7190
          SIMC7200
          INCRE=10 , SI HAY 10 ESPACIOS ENTRE ENTEROS CONSECUTIVOS      SIMC7210
          INCRE= 5 , SI HAY 5 ESPACIOS ENTRE ENTEROS CONSECUTIVOS      SIMC7220
          SIMC7230
          SIMC7240
          DIMENSION ABC(30),ADIB(92),HD(60,12),HDC(60,12),LD(60),JD(60),      SIMC7250
          *RM(12)      SIMC7260
          INTEGER OUT/6/,INCRE/10/      SIMC7270
          *WRITE(OUT,10)      SIMC7280
          10 FORMAT('1',///,10X,'MALLA',2X,213,///,130('='),///)      SIMC7290
          *,30X,23('*'))      SIMC7300
          DO 20 L=1,ND      SIMC7310
          *WRITE(OUT,30) LD(L),JD(L)      SIMC7320
          30 FORMAT('1',///,10X,'MALLA',2X,213,///,130('='),///)      SIMC7330
          IBOT=1000000      SIMC7340
          DO 40 K=1,NMESES      SIMC7350
          HD=HD(L,K)      SIMC7360
          HD0=HDC(L,K)      SIMC7370
          IF(HD.LT.IBOT) IBOT=HD      SIMC7380
          IF(HD0.LT.IBOT) IBOT=HD0      SIMC7390
          40 CONTINUE      SIMC7400
          ITOP=IBOT+100/INCRE-1      SIMC7410
          *WRITE(OUT,50) (I,I=IBOT,ITOP)      SIMC7420
          50 FORMAT('1',///,2X,'NIVEL',5X,'NIVEL',6X,10(15,5X),3X,'MES',/,2X,      SIMC7430
          *'MEDIDO',4X,'SIMULADO',//)      SIMC7440
          DO 60 K=1,NMESES      SIMC7450
          DO 70 I=1,92      SIMC7460
          ADIB(I)=ABC(29)      SIMC7470
          J=I-1      SIMC7480
          70 IF(J/INCRE.EQ.J/FLCAT(INCRE)) ADIB(I)=ABC(9)      SIMC7490
          LLI=INCRE*(HD(L,K)-IBOT)+1.5      SIMC7500
          IF(LLI.GT.92) GO TO 80      SIMC7510
          ADIB(LLI)=ABC(24)      SIMC7520
          GO TO 90      SIMC7530
          80 ADIB(92)=ABC(5)      SIMC7540
          90 LL=INCRE*(HD(L,K)-IBOT)+1.5      SIMC7550
          IF(LL.GT.92) GO TO 100      SIMC7560
          ADIB(LL)=ABC(28)      SIMC7570
          GO TO 95      SIMC7580
          100 ADIB(92)=ABC(5)      SIMC7590
          95 IF(LL.EQ.LLI) ADIB(LL)=ABC(1)      SIMC7600
          60 *WRITE(OUT,110) HD(L,K),HD(L,K),ADIB(I),I=1,92,*(RM(K)      SIMC7610
          110 FORMAT('0',F8.2,3X,F8.2,6X,92A1,8X,A3)      SIMC7620
          *WRITE(OUT,120)      SIMC7630
          120 FORMAT('0',///,2X,'X=NIVEL MEDIDO',/,2X,'*=NIVEL SIMULADO',      SIMC7640
    
```

*LEVEL 2.3.0 (JUNE 78)

DIBUJO

OS/360 FORTRAN H EXTENDED

DATE 84.005/18.46.15

```

          *'A=NIVELES MEDIDO Y SIMULADO COINCIDEN',/,2X,      SIMC7650
          *'E=VALOR FUERA DEL RANGG DEL DIBUJO')      SIMC7660
          20 CONTINUE      SIMC7670
          RETURN      SIMC7680
          END      SIMC7690
    
```

*OPTIONS IN EFFECT*NAME(MAIN) NOOPTIMIZE LINECOUNT(60) SIZE(MAX) AUTODBL(NONE)

*OPTIONS IN EFFECT*SOURCE EBCDIC NOLIST NODECK OBJECT NOMAP NOFORMAT NOGOSTMT NOXREF NOALC NOANSF TERM

* STATISTICS* SOURCE STATEMENTS = 47, PROGRAM SIZE = 2490, SUBPROGRAM NAME =DIBUJO

* STATISTICS* NO DIAGNOSTICS GENERATED

***** END OF COMPILATION *****

1284K BYTES OF CORE NET USED


```

C/PL P.3.) (JUNE 78)          MAPA          OS/360  FORTRAN H EXTENDED          DATE 84.005/18.40.19
ISN 0044          MAPAA(I)=ABC(27)          SIMC8230
ISN 0045          IF(JH(I,J).LE.0.0) GO TO 7J          SIMC8240
ISN 0047          DO 90 K=1,NCAT          SIMC8250
ISN 0048          90 IF(JH(I,J).GT.NUM(K).AND.JH(I,J).LE.NUM(K+1)) MAPAA(I)=ABC(K)          SIMC8260
ISN 0050          IF(JH(I,J).LE.1.E-5) MAPAA(I)=ABC(26)          SIMC8270
ISN 0052          70 CONTINUE          SIMC8280
ISN 0053          *WRITE(OUT,90) J,(MAPAA(I),I=1,NC)          SIMC8290
ISN 0054          90 FORMAT('0',//',I3,2X,30(A3,1X))          SIMC8300
ISN 0055          60 CONTINUE          SIMC8310
ISN 0056          IF(ITOP.LE.3) GO TO 110          SIMC8320
ISN 0058          *WRITE(OUT,100) (ABC(I),NUM(I),NUM(I+1),I=1,NCAT)          SIMC8330
ISN 0059          100 FORMAT('0',////,4X,'*=MALLA DE BORDE IMPERMEABLE',//,4X,'>=MALLA          SIMC8340
          *CON NIVEL CTE.',//,{4(4X,A1,'= ('.17,'-',17,')')//})          SIMC8350
ISN 0060          IF(ITIPO.EQ.3.OR.ITIPO.EQ.4) WRITE(OUT,105)          SIMC8360
ISN 0062          105 FORMAT('3',//,4X,'2=MALLA CON TRANSMISIVIDAD NULA')          SIMC8370
ISN 0063          GO TO 120          SIMC8380
ISN 0064          110 *WRITE(OUT,130)          SIMC8390
ISN 0065          130 FORMAT('0',////,4X,'*=MALLA DE BORDE IMPERMEABLE',//,4X,'>=MALLA          SIMC8400
          *CON NIVEL CTE.',//,4X,'+=MALLA SIN AFLORAMIENTOS')          SIMC8410
ISN 0066          120 CONTINUE          SIMC8420
ISN 0067          RETURN          SIMC8430
ISN 0068          END          SIMC8440
    
```

```

*OPTIONS IN EFFECT*NAME(MAIN) NOOPTIMIZE LINECOUNT(60) SIZE(MAX) AUTODBL(NONE)
*OPTIONS IN EFFECT*SOURCE EBCDIC NOLIST NODECK OBJECT NCMAP NOFORMAT NOGOSTMT NOXREF NOALC NOANSF TERM I
*STATISTICS* SOURCE STATEMENTS = 67, PROGRAM SIZE = 2846, SUBPROGRAM NAME = MAPA
*STATISTICS* NO DIAGNOSTICS GENERATED
* *** END OF COMPILATION ***** 1276K BYTES OF CORE NOT USED
    
```

LEVEL 2.3.0 (JUNE 78)

US/360 FORTRAN H EXTENDED

DATE 84.005/18.40.

REQUESTED OPTIONS:

OPTIONS IN EFFECT: NAME(MAIN) NOOPTIMIZE LINECOUNT(60) SIZE(MAX) AUTLDBL(NONE)
SOURCE EBCDIC NDLIST NODCK OBJECT NOMAP NOFORMAT NOGOSTMT NOXREF NOALL NOANSF TERM

```

ISN 0002      C*****SIM08450
               SUBROUTINE MONCS(ABC,NC,NR,MN,ICAT,N,TITULR)SIM08460
               C                                           SIM08470
               C ESTA SUBROUTINA DIBUJA MAPAS SIMBOLICOS CON LAS MALLAS DE RIL, SIM08480
               C CON VERTIENTES, PARA CONTRASTE PIEZOMETRICO, Y LOS DIFERENTES TIPUS SIM08490
               C DE BOMBEO E INFILTRACIONES. SIM08500
               C                                           SIM08510
ISN 0003      REAL MN(28,45),ABC(30),LINEA(60),TITULR(30)SIM08520
ISN 0004      INTEGER OUT/6/,ICAT(28,45)SIM08530
ISN 0005      *WRITE(OUT,10) (TITULR(J),J=1,30),(I,I=1,NC)SIM08540
ISN 0006      10 FORMAT('1','MAPA CON MALLAS',2X,30A2,/,130('='),/,4X,30(13,1X))SIM08550
ISN 0007      DO 20 J=1,NR SIM08560
ISN 0008      DO 30 I=1,NC SIM08570
ISN 0009      LINEA(I)=ABC(29)SIM08580
ISN 0010      IF(ICAT(I,J).EQ.1) GO TO 30 SIM08590
ISN 0011      LINEA(I)=ABC(27)SIM08600
ISN 0012      IF(MN(I,J).GT.0.0) LINEA(I)=ABC(N)SIM08610
ISN 0013      IF(ICAT(I,J).EQ.2) LINEA(I)=ABC(28)SIM08620
ISN 0014      IF(ICAT(I,J).EQ.3) LINEA(I)=ABC(30)SIM08630
ISN 0015      30 CONTINUE SIM08640
ISN 0016      *WRITE(OUT,40) J,(LINEA(I),I=1,NC)SIM08650
ISN 0017      40 FORMAT('0',/,',',13,2X,30(A3,1X))SIM08660
ISN 0018      20 CONTINUE SIM08670
ISN 0019      *WRITE(OUT,50) ABC(N),(TITULR(I),I=1,30)SIM08680
ISN 0020      50 FORMAT(///,4X,'*=MALLA DE BORDE IMPERMEABLE',/,4X, SIM08690
ISN 0021      1'>=MALLA CON NIVEL CTE.',/,4X,A1,'=MALLA CON ',30A2)SIM08700
ISN 0022      RETURN SIM08710
ISN 0023      END SIM08720
ISN 0024
ISN 0025
ISN 0026

```

OPTIONS IN EFFECT*NAME(MAIN) NOOPTIMIZE LINECOUNT(60) SIZE(MAX) AUTLDBL(NONE)

OPTIONS IN EFFECT*SOURCE EBCDIC NDLIST NODCK OBJECT NOMAP NOFORMAT NOGOSTMT NOXREF NOALL NOANSF TERM

STATISTICS SOURCE STATEMENTS = 25, PROGRAM SIZE = 1444, SUBPROGRAM NAME = MONCS

STATISTICS NO DIAGNOSTICS GENERATED

***** END OF COMPILATION *****

1288K BYTES OF CORE NOT USED

*LEVEL 2.00 (JUNE 73)

05/350 FORTRAN H EXTENDED

DATE 04.000/18.48.

REQUESTED OPTIONS:

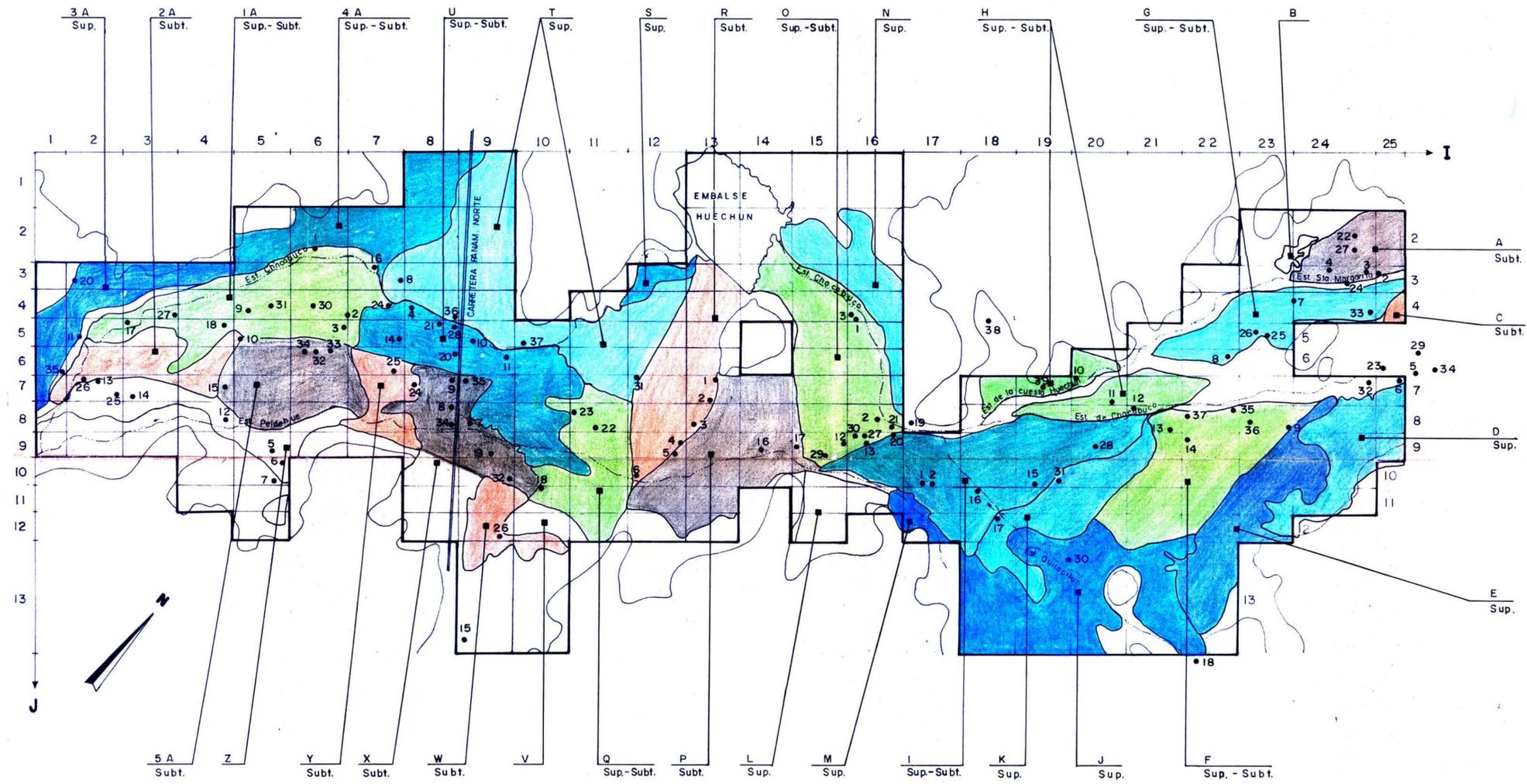
OPTIONS IN EFFECT: NAME(MAIN) NOOPTIMIZE LINECOUNT(60) SIZE(MAX) AUTODBL(NONE) SOURCE ESCOIC NOLIST NODECK OBJECT NOMAP NOFORMAT NOGOSTMT NOXREF NOALC NOANSF TERM

```

C *****
C SUBROUTINE DESCEN(NC,NR,H,HK,ICAT,ABC)
C
C ESTA SUBROUTINA SIEMPRE UN MAPA CON LOS DESCENSOS DE NIVEL OCURRIDOS
C ENTRE EL PRINCIPIO DE LA SIMULACION Y EL FINAL DEL PRIMER Y
C ULTIMO MES SIMULADOS.
C
C DIMENSION H(23,45),HK(23,45),ABC(30),AB(60),ANUM(61)
C INTEGER OUT/67,ICAT(23,45)
C DATA ANUM/ -30, -29, -28, -27, -26, -25, -24, -23, -22,
* -21, -20, -19, -18, -17, -16, -15, -14, -13, -12,
* -11, -10, -9, -8, -7, -6, -5, -4, -3, -2, -1, 0,
* 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 /
C WRITE(OUT,10) (I,I=1,NC)
10 FORMAT('1',///,2X,'MAPA DEL DESCENSO DE NIVELES ENTRE EL PRINCIPIO
* DE LA SIMULACION Y EL MES ACTUAL',//,130('=',//,0',3X,30(13,1X))
C DO 20 J=1,NR
C DO 30 I=1,NC
C IAB=IFIX(H(I,J)-HK(I,J))+31
C AB(I)=ANUM(IAB)
C IF(ICAT(I,J).EQ.1) AB(I)=ABC(29)
C IF(ICAT(I,J).EQ.2) AB(I)=ABC(28)
C IF(ICAT(I,J).EQ.3) AB(I)=ABC(30)
30 CONTINUE
C WRITE(OUT,40) J,(AB(I),I=1,NC)
40 FORMAT('0',//,13,1X,30(A3,1X))
20 CONTINUE
C WRITE(OUT,50)
50 FORMAT('0',/////,'4X','* = MALLA DE BORDE IMPERMEABLE',//,'4X,
* > = MALLA CON NIVEL CTE.',/////,'4X,
* VALORES POSITIVOS INDICAN QUE EL NIVEL HA SUBIDO')
C RETURN
C END

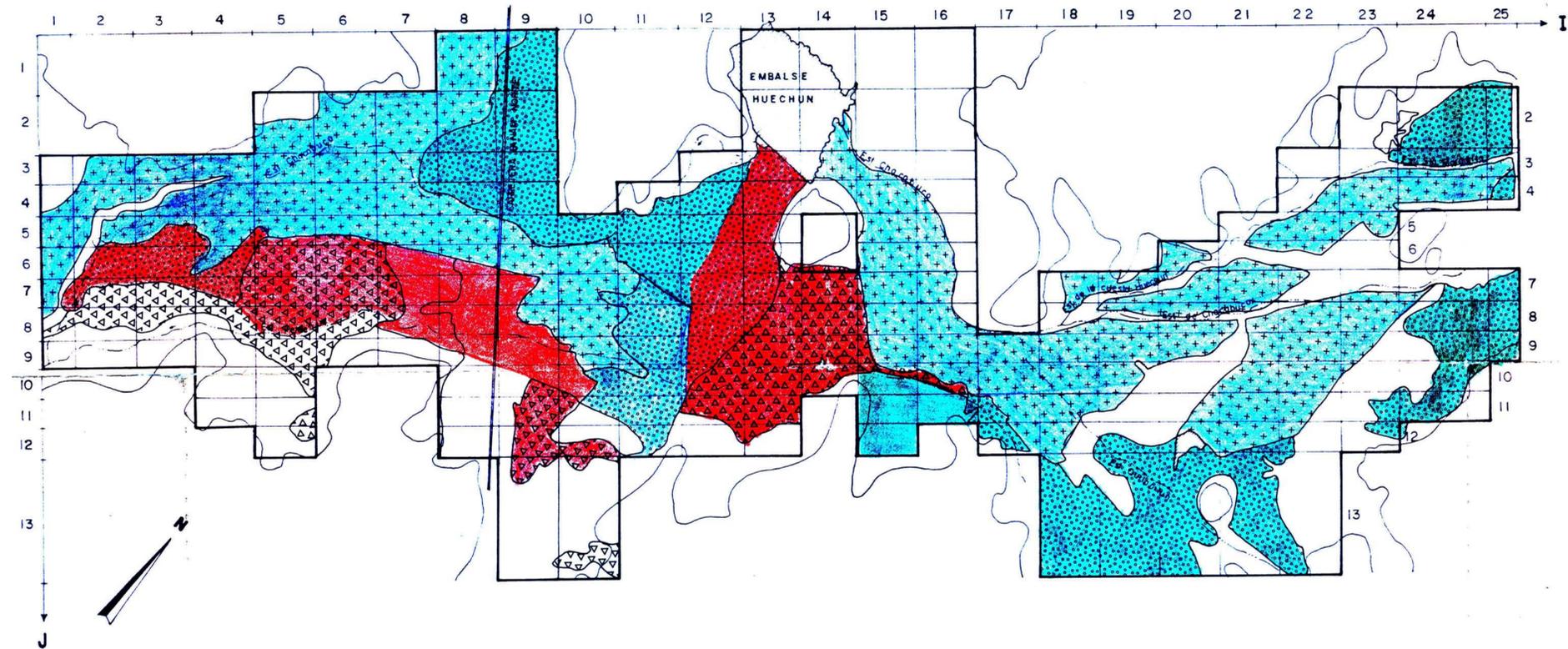
```

*OPTIONS IN EFFECT*NAME(MAIN) NOOPTIMIZE LINECOUNT(60) SIZE(MAX) AUTODBL(NONE)
 OPTIONS IN EFFECT*SOURCE ESCOIC NOLIST NODECK OBJECT NOMAP NOFORMAT NOGOSTMT NOXREF NOALC NOANSF TERM
 STATISTICS SOURCE STATEMENTS = 24, PROGRAM SIZE = 1756, SUBPROGRAM NAME =DESCEN
 STATISTICS NO DIAGNOSTICS GENERATED
 ***** END OF COMPILATION ***** 1286K BYTES OF CORE NOT USED
 STATISTICS NO DIAGNOSTICS THIS STEP



CENTRO DE DOCUMENTACION
COMISION NACIONAL DE RIEGO

COMISION NACIONAL DE RIEGO	
Dibujo L. Barrera	MODELO HIDROGEOLOGICO CUENCA CHACABUCO-POLPAICO
Escala 1 : 50.000	SECTORES DE RIEGO
Fecha Julio - 1963	
Proyectado por ALAMOS Y PERALTA INGENIEROS CONSULTORES LTDA.	PLANO N°



SIMBOLOGIA

-  = RIEGO I a IV
-  = RIEGO EVENTUAL
-  = SECANO ARABLE
-  = RIEGO CON AGUA SUPERFICIAL
-  = RIEGO CON AGUA SUBTERRANEA
-  = RIEGO CON AGUA SUPERF. Y SUBT.

CENTRO DE DOCUMENTACION
COMISION NACIONAL DE RIEGO

COMISION NACIONAL DE RIEGO	
Dibujo: L. Barrera	MODELO HIDROGEOLOGICO CUENCA CHACABUCO-POLPAICO
Escala: 1 : 50 000	CLASIFICACION TERRENO Y TIPO DE RIEGO.
Fecha: Julio - 1983	
Proyectado por: ALAMOS Y PERALTA INGENIEROS CONSULTORES LTDA.	PLANO N° 